



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Niko Halmetoja

Kunnonvalvonta ja pilvipalvelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Koneautomaatio

Insinöörityö

26.11.2019

Tekijä Otsikko	Niko Halmetoja Kunnossapito ja pilvipalvelu
Sivumäärä Aika	34 sivua + 1 liite 26.11.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Koneautomaatio
Ohjaaja	Lehtori Heikki Paavilainen
<p>Tämän insinöörityön tavoitteena oli saada mittaustietoja laakerin värähtelystä pilvipalveluun, jossa niitä voitaisiin analysoida ja tallentaa jatkoa varten. Valvontaohjelmaksi käytettiin Beckhoff TF3600 TC3 Condition Monitoring kunnonvalvontajärjestelmää, johon oli kiinnitetty piezosähköinen kiihtyvyyssanturi. Jotta tieto saatiin liikkumaan logiikalta pilvipalveluun, tarvittiin kolmas ohjelma nimeltä KepserverEX.</p> <p>Lisäksi insinöörityön tavoitteena oli tehdä Metropolia ammattikorkeakoulun konetekniikan tuleville opiskelijoille laboratoriotehtävä, jossa on selkeä työohje.</p> <p>Työn teoriaosuudessa perehdyttiin älykkäiden laitteiden ja esineiden internettiin. Lisäksi perehdyttiin eri pilvipalvelutyyppeihin, selvitettiin mitä niiden tarjoamat palvelut käytännössä ovat, sekä mitä on älykaskunnossapito. Työssä on kerrottu käytetyistä ohjelmista ja laitteista.</p> <p>Työn tuloksena oli selvitys pilvipalveluista sekä laboratoriotehtävän ohjeineen.</p>	
Avainsanat	Kunnossapito, pilvipalvelu, Beckhoff, Kepware, Splunk

Author Title	Niko Halmetoja Intelligent Maintenance
Number of Pages Date	34 pages + 1 appendix 26 November 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Machine Automation
Instructor	Heikki Paavilainen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to obtain measurement data on bearing vibration and transfer the data to cloud services, where it could be analyzed and stored for future use. The monitoring program was a Beckhoff TF3600 TC3 Condition Monitoring system with a Piet electro-accelerometer attached. A third program called KepserverEX was needed to transfer information from logic to the cloud.</p> <p>In addition, the aim of the thesis was to make a laboratory assignment for future students of mechanical engineering at Metropolia University of Applied Sciences with a clear job description.</p> <p>The literature on the thesis explored the Internet of smart devices and the Internet of Things. In addition, different types of cloud services were examined, e.g. what these services are in practice, and what intelligent maintenance comprises. The thesis also discusses the properties of the programs and devices used in the thesis.</p> <p>The result of this thesis was a study on cloud services and a laboratory assignment with instructions.</p>	
Keywords	Maintenance, cloud service, Beckhoff, Kepware, Splunk

Sisällys

Lyhenteet ja termit

1	Johdanto	1
2	Kunnossapito ja pilvipalvelut	2
2.1	Kunnossapidon mallit	2
2.2	IoT, esineiden internet	4
2.3	Pilvipalvelu	7
2.4	Pilven infrastruktuuri	9
3	Testilaitteisto	10
3.1	Twincat	11
3.2	Beckhoff TF3600 TC3 Condition Monitoring	12
3.3	Kepware	13
3.4	Splunk	14
3.5	Kiihtyvyyssanturi	15
3.6	Terminaalit	16
3.6.1	EL3632	16
3.6.2	EL2809	17
3.7	Modulaarinen sulautettu tietokone (CX5130)	18
4	Ohjelmiston toteutus	19
5	Työn tulos	31
6	Yhteenveto	32
	Lähteet	33
	Liite Laboratoriotyön ohje	1

Lyhenteet ja termit

API	<i>Application programming interface.</i> Sovellusten ohjelmointirajapinta on käyttöliittymä tai viestintäprotokolla asiakkaiden ja palvelimien välillä. Sen tarkoitus on helpottaa asiakaspuolen ohjelmistojen rakentamista.
DC	<i>Direct current.</i> Tasavirta. Sähkövirta kulkee virtapiirissä samansuuntaisesti.
DNS	<i>Domain Name System.</i> Nimipalvelujärjestelmä, jonka tarkoituksena on muuttaa verkkotunnuksia IP- osoitteiksi.
ERP	<i>Enterprise resource planning.</i> Yrityksille suunnattu toimintojenohjausjärjestelmä
Error led	Vikavallo.
IaaS	<i>Infrastructure as a service.</i> Palvelimien ja palvelinsalin ulkoistaminen.
IoT	<i>Internet of Things.</i> Esineiden internet.
IP	<i>Internet Protocol adress.</i> Internetin yhteyskäytäntöosoite, joka on numerosarjoja. Tällaista käytetään IP -verkkoihin kytettyjen verkkosovittimien yksilöimiseen.
OPC	<i>Open Platfrom Communications.</i> On tiedon siirto standardi, jota käytetään automaatio teollisuudessa.
OPC UA	<i>OPC Unified Architecture.</i> Automaatio teollisuuden koneelta koneelle kommunikaatio protokolla.
PaaS	<i>Platform as a service.</i> Palvelualustojen ulkoistaminen.

PdM	<i>Predictive maintenance.</i> Ennustettava kunnossapitomenetelmä.
PvM	<i>Preventive maintenance.</i> Ennaltaehkäisevä kunnossapitomenetelmä.
SaaS	<i>Software as a service.</i> Palvelun hankita perinteisen lisenssi-pohjan kautta.
Termografia	<i>Thermography.</i> Lämmön tutkintatapa, esim. infrapunatekniikka.
Tribologia	<i>Tribology.</i> Tutkimustapa, jossa tarkastellaan pintojen kitkaa, kulumista ja voitelua.
web hosting service	Vuokrataan palveluntarjoajan WWW-palvelimelta tallennustilaa omia palveluita varten.
TCP	<i>Transmission Control Protocol.</i> Tietoliikenneprotokolla. Luo yhteyden internettiin pääsevien laitteiden välille.
UDP	<i>User Datagram Protocol.</i> Yhteydetön protokolla. Mahdollistaa tiedon siirron, vaikka laitteet eivät ole yhteydessä toisiinsa.
RMS	<i>Root mean square.</i> Neliöllinen keskiarvo. Lukujoukko tai jakauma, jolla kuvataan matemaattista keskilukuja

1 Johdanto

Tämän insinööri työn tavoitteena on saada Beckhoff TF3600 TC3 Condition Monitoringin käsittelemä tieto pilvipalveluun analysoitavaksi. Pilvipalveluna toimii Splunk Enterprise ja tietojen välittäjänä KepserverEX.

Työ on Metropolian kesken jäänyt innovaatioprojekti, jossa perehdyttiin kunnonvalvontajärjestelmään ja rakennettiin siitä pienimuotoinen sovellus. Mittaustietojen siirtäminen pilveen jäi kesken koulun innovaatioprojektissa, jolloin työ siirtyi opinnäytetyöksi. Työ tehdään Metropolian tiloissa ja tarkoituksena on työn mahdollinen käyttö laboratorioissa tuleville opiskelijoille. Koska työ tulee mahdollisesti olemaan laboratoriotyö, tehtiin siitä työohje, jonka avulla työ voitaisiin toteuttaa 3–4 tunnin aikana.

Työssä perehdytään kunnossapitoon, sen eri malleihin ja hyötyihin yrityksille teoriassa. Työssä tullaan käymään läpi esineiden internetiä ja sen vaikutuksia kunnossapitoon. Lopuksi perehdytään pilvipalveluun. Pilvipalvelujen tarjonta on laajentunut paljon, joten työssä käsitellään perusteet ja rakenteet, joilla palvelu voidaan toteuttaa.

Työn selostuksessa tullaan käymään läpi kaikki ohjelmat ja kerrotaan niitä tarjoavista yrityksistä. Laitteiston tekniset tiedot esitellään lyhyesti.

2 Kunnossapito ja pilvipalvelut

2.1 Kunnossapidon mallit

Kaluston kunnossapidolla tarkoitetaan menetelmää, jolla ennaltaehkäistään laitteen viikaantumista ja ylläpidetään sen toimintakykyä. Ylläpitokustannukset ovat iso osa tehtaiden ja tuotantolaitosten toiminnan kokonaiskustannuksista. Ylläpitokustannukset voivat nousta 15 prosentista jopa 70 prosenttiin, riippumatta toimialan kokonaiskustannuksista. [1.]

Kunnossapidon hallintatekniikka voidaan luokitella kolmeen eri luokkaan. Luokat tehokkuusjärjestyksessä ovat seuraavat: **Run-to-Failure** tai korjaava huolto, jossa huoltotoiminpiteet suoritetaan vasta vikojen ilmaantuessa. **Preventive or Planned Maintenance** (PvM), jossa huolto suoritetaan ajan perusteella tai prosessin iteraatiot ovat suunnittelu-aikataulun mukaiset. **Predictive Maintenance** (PdM), jossa huolto suoritetaan seuraamalla laitteistojen terveydentilaa. Seuranta on avaintekijä, eli PdM-menetelmää voitaisiin pitää olosuhteisiin perustuvana PvM-tyylinä. Näillä kahdella edellisellä on kuitenkin useita eroja. Ennaltaehkäisevään kunnossapitoon kuuluu koneiden tarkastaminen ja kunnossapito riippumatta siitä, onko laitteisto huollon tarpeessa. Tällainen huoltoaikataulu perustuu joko käyttö- tai aikataululaukaisimeen. Ennaltaehkäisevä huolto ei tarvitse tilanseurantakomponentteja kuten ennustava huolto. [1.]

Ennustavaa huolto-ohjelmaa käytetään erityisesti kriittisten pyörivien laitteiden jatkuvassa seurannassa. Tällaisia laitteita voivat olla moottorit, pumput, tuulettimet, turbiinit tai vaihdelaatikot. Laaja ennustava huolto-ohjelma käyttää seurannassa yhtäaikaaisesti useita eri tekniikoita, kuten värähtelyanalyysiä, ultraääntä, öljyanalyysiä, termografiaa, prosessiparametrejä ja tribologiaa. [1.]

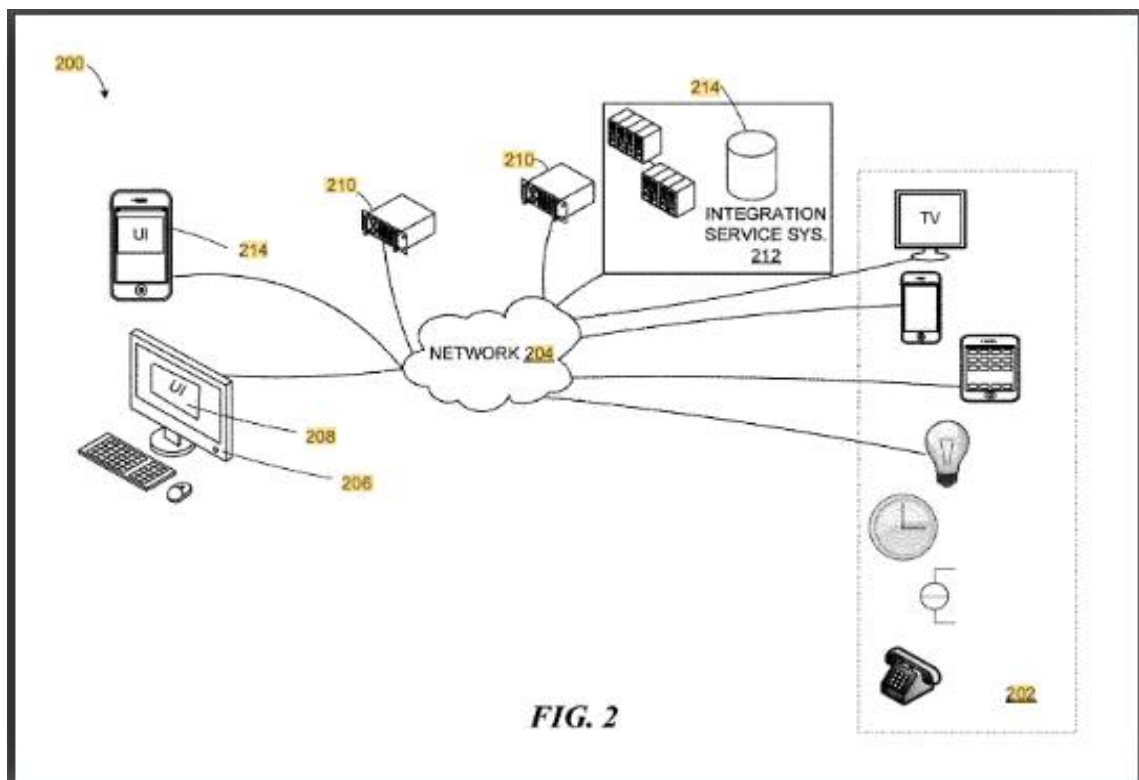
Ennakoivaa kunnossapitoa ei voi olla olemassa ilman valvontaa. Prosessiolosuhteissa olevan koneen optimaalisen käytön varmistamiseksi kunnossapidon voi määritellä jatkuvaksi seurannaksi. Koneen elinten valvonta voidaan jakaa kolmeen osaan: onlinekäyttö, säännöllinen käyttö ja etäkäyttö. Onlineseurannalla tarkoitetaan koneiden tai tuotantoprosessien jatkuvaa seurantaa, jolla kerätään tietoja kriittisistä nopeuksista ja asennon muutoksista. Säännöllinen tai määräaikainen valvonta saavutetaan värähtelyanalyysillä, jonka avulla saadaan käsitys asennusten muuttuvasta värähtelykäyttäytymisestä. Etävalvonta mahdollistaa laitteiden tarkkailun etäpaikasta, jolloin saadut tiedot lähetetään analysoitavaksi. [2.]

Suurin osa ennustavista huolto-ohjelmista käyttää värähtelyä pääteknikkana. Värähtelyanalyysi on toimivin ja erittäin tehokas tekniikka pyörivien koneiden vianmäärityksessä. [1.]

Tehtaiden tyypillisessä värähtelyanalyysiprosessissa tekniikko käy tehtaalla mittaamassa koneiden osien värähtelyä tiedonkeruulaitteella. Sen jälkeen tekniikko tutkii kerättyä tietoa ja havaitsee mahdolliset viat tunnettujen vikakuvien mukaan. Tehdyn diagnoosin perusteella ilmoitetaan vikojen vakavuus ja tehdään ilmoitus mahdollisista korjaus- tai huoltotarpeista. Menetelmä ei ole täydellinen, sillä virheitä voi tulla ihmisen ottamasta näytteestä. Työhön tarkoitettujen laitteiden huono saatavuus tai resurssirajoitukset voivat aiheuttaa puutteita tai virhetietoja eri mittaustulosten välillä. [1.]

2.2 IoT, esineiden internet

Esineiden internet (IoT. *Internet of Things*) osoittaa yksilöitävissä olevat laitteet ja virtuaaliset ilmaisut internetin kaltaisissa rakenteissa (kuva 1.). IoT-laitteiden käsitteellä tarkoitetaan verkastuneita laitteita, jotka pystyvät kommunikoimaan palvelimien tai sovelusten kanssa käyttäen verkkoyhteyttä. Verkossa olevat laitteet voivat olla joko passiivisia tai aktiivisia laitteita. Passiivinen laite voi saavuttaa internetyhteyden aktiivisen laitteen avulla. IoT-laitteiden avulla on tarkoitus tavoittaa kaikkien läsnä olevien laitteiden älykkäät havainnoinnit, tunnistamiset ja hallinnat prosesseista ja tuotteista. IoT:tä pidetään tietotekniikan ja internetin seuraavana kehitysaaltona. [3.]



Kuva 1. Havainnekuva esineiden internetistä [3.].

IoT:sta on paljon sekä hyötyä että haittaa. Hyötyjä ovat esimerkiksi tiedon saanti ja siihen käsiksi pääseminen paikasta riippumatta, menokulujen säästäminen yrityksiltä sekä yrityksen tuotteiden laatua parantavat automatisoidut tehtävät. Huonoja puolia on, että monien laitteiden jakama yhteys voi joutua hyökkäyksen kohteeksi, jolloin yritetään tehdä tuhoa tai varastaa. Esineiden suuri määrä voi hankaloittaa tiedon keruuta ja hallintaa. Jos järjestelmään tulee virhe, kytketyt laitteet voivat vioittua tai tiedot hävitä. Internet itsestään tuo jo haasteen, koska ei ole luotu kansainvälistä yhteensopivuusstandardia. Eri valmistajien laitteet eivät välttämättä kommunikoi keskenään. [4]

IoT:lle ollaan luomassa monia standardeja, kuten seuraavat:

- 6LoWPAN (*IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks*) määritellään avoimeksi standardiksi. Se mahdollistaa minkä tahansa pienitehoisen radion yhdistämisen internettiin, myös 802.15.4:n, Bluetooth Low Energyn ja Z-Waven.
- ZigBee0 on vähätehoinen ja sillä on alhainen tiedonsiirtonopeus langattomassa verkossa. Sitä käytetään teollisuusasetuksissa. ZigBeen käytäntö perustuu IEEE 802.15.4 -standardiin ja niiden allianssi loi Dotdot, IoT:n universaalin kielen. Tämän ansiosta älylaitteet pystyvät toimimaan turvallisesti missä tahansa verkossa ja ymmärtävät toisiaan.
- LiteOS on Unixin kaltainen käyttöjärjestelmä langattomille anturiverkoille. LiteOS tukee älypuhelimia, puettavia älylaitteita, älyllisiä valmistussovelluksia, älykoteja ja ajoneuvojen internetiä. Käyttöjärjestelmää käytetään myös älylaitteiden kehitysalustana.
- OneM2M on koneiden välinen palvelutaso, joka pystytään upottamaan ohjelmistoihin ja laitteisiin niitten kytkemiseksi. OneM2M on globaalinen standardielin uudelleenkäytettävien standardien kehittämiseen, jotta IoT-sovellukset voivat kommunikoida erilaisten pystysuorien välillä.

- DDS (Data Distribution Service) on Object Management Group (OMG):n kehittämä standardi IoT:n reaaliaikaiseen, skaalaavaan ja tehokkaaseen viestintään koneiden välillä.
- AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) on johdollisen asynkronis-viestinnän avoin lähdekoodistandardi, joka mahdollistaa salatun ja yhteen toimivan viestinnän organisaatioiden ja sovellusten väillä. Esimerkillinen käyttökohde on asiakkaan ja palvelimen välisessä viestinnässä ja internet-laitteiden hallinnassa.
- CoAP (Constrained Application Protocol) on IETF:n kehittämä protokolla, joka määrittää pienitehoisten laskentalaitteiden toimintaa IoT:ssa.
- LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) on protokolla laajakaistaverkoille. Se on suunniteltu tukemaan suuria verkostoja, kuten kaupunkoja, miljoonilla vähätehoisilla laitteilla.

[4.]

IoT:n viitekehys sisältää myös Amazonin julkaiseman AWS IoT -pilvipalvelusovelluksen. Se suunniteltiin mahdollistamaan älylaitteiden helpon ja turvallisen yhteyden sekä vuorovaikutuksen AWS-pilven ja muiden kytkettyjen laitteiden kanssa. ARM Mbed IoT -alustalla kehitetään sovelluksia internetin käyttöön perustuen ARM-mikrokontrolleihin. Microsoftin Azure IoT Suite -alusta koostuu useista eri palveluista, joiden avulla käyttäjät pystyvät olemaan vuorovaikutuksessa IoT-laitteiden kanssa ja vastaanottamaan tietoja niistä. Googlen Brillo/Weave on alusta sovellusten nopeaan toteuttamiseen. Alusta koostuu kahdesta osasta. Brillo android -pohjainen käyttöjärjestelmä on pienitehoisille sulautetuille laitteille. Weave on viestintäprotokollaan suunnattu viestintäkieli pilven ja laitteiden välillä. Viimeisenä on Calvin, joka on julkaissut Ericssonin avoimen lähdekoodin internet foorumilla. Se on suunnattu rakentamaan ja hallitsemaan hajautettuja sovelluksia, joilla laitteet voivat puhua keskenään. [4.]

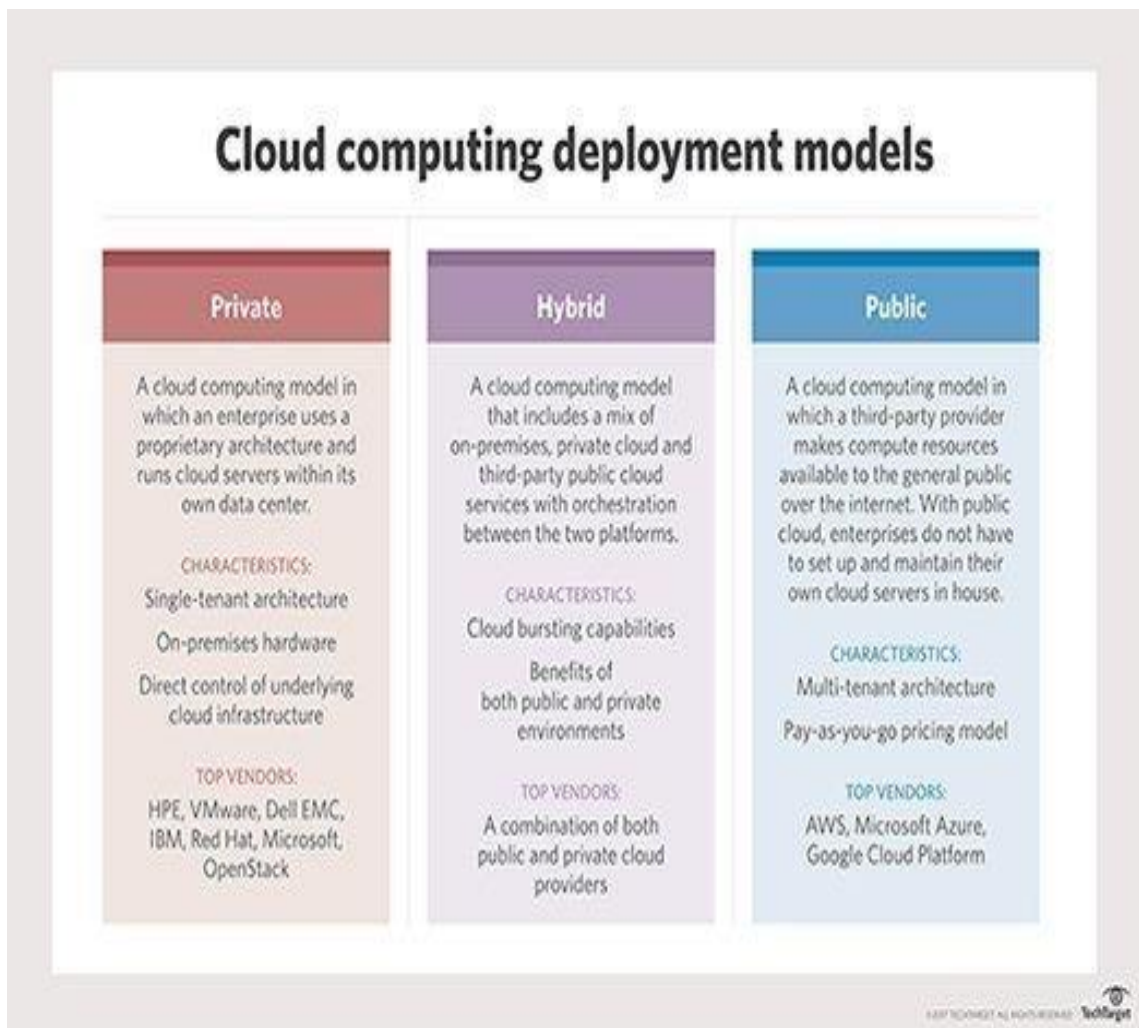
2.3 Pilvipalvelu

Pilvilaskentaa (Cloud Computing) käytetään yleisenä terminä kaikelle, mihin sisältyy isännöityjä palveluja internetissä. Palvelut voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan: Infrastruktuurinen palvelu (IaaS), palvelualusta (PaaS) ja ohjelmistopalvelu (SaaS). Sana pilvilaskenta tulee pilvisymbolista, jota on käytetty usein internetin vuokaavioissa ja kaavioissa. Pilvipalveluilla on kolme tyypillistä ominaisuutta, jotka erottavat palvelun perinteisestä verkkoisäntäpalvelusta (web hosting service). Pilvipalvelu myydään pyynnöstä, palvelu on joustava ja käyttäjällä voi olla niin paljon tai vähän palvelua kuin haluavat ja milloin haluavat. Palveluntarjoaja hallitsee palvelua kokonaisuudessaan. Kuluttaja ei tarvitse muuta kuin henkilökohtaisen koneen ja yhteyden internettiin. [5.]

Pilvipalvelu voi olla joko yksityinen tai julkinen. Julkinen myy palveluita kaikille internetissä. Suurin jakaja on tällä hetkellä Amazon Web Services. Yksityinen pilvipalvelu puolestaan on omistettu verkko- tai tietokeskus, joka tarjoaa isännöidyn palvelun valituille käyttäjille. Molemmilla on kuitenkin sama tavoite: tarjota helppo, skaalautuva pääsy laskentaresursseihin ja IT-palveluihin. [5.]

Yksityisiä pilvipalveluita tuodaan yrityksen tietokeskuksesta sisäisille käyttäjille. Tällaisella ratkaisulla tarjotaan pilven monipuolisuutta ja mukavuutta säilyttäen kuitenkin paikallisen datakeskuksen hallittavuus, valvonta ja turvallisuus. Julkisen mallin yhteydessä kolmas osapuoli tarjoaa pilvipalvelun ja toimittaa sen internetissä. Julkista palvelua myydään kysynnän mukaan. Asiakkaat maksavat vain kuluttamastaan prosessisyklistä, tallennustilasta ja kaistanleveydestä. [5.]

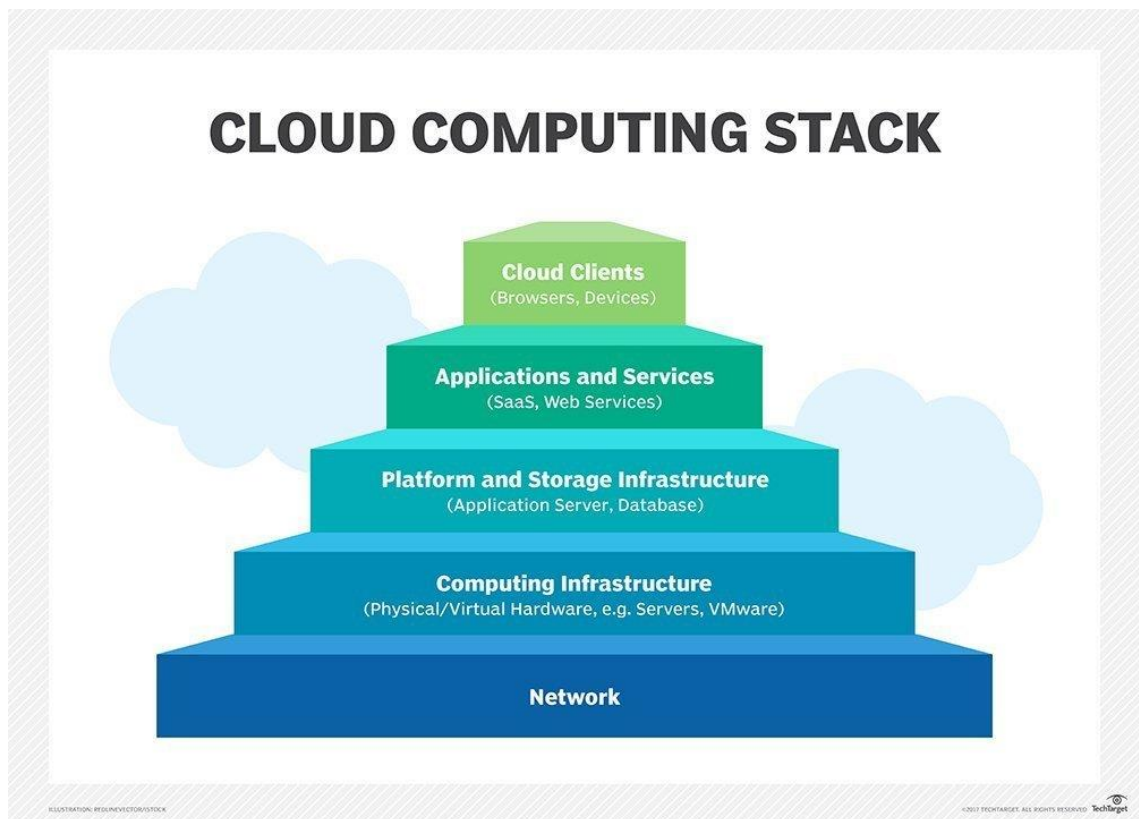
Näistä pilvipalveluista on olemassa myös yhdistetty “hybridimalli”, jossa on järjestelyä ja automaatiota yksityisen ja julkisen pilvipalvelun välillä. Yritys voi suorittaa kriittiset työmäärät tai arkaluontoiset sovellukset yksityisellä palvelulla ja käyttää julkista palvelua työvoimapurkujen ja kysynnän piikkien käsittelyyn. Hybridipilvellä tavoitellaan yhtenäistä, automatisoitua, skaalautuvaa ympäristöä, joka pystyy hyödyntämään kaikkea (kuva 2.). [5.]



Kuva 2. Pilvimallit lyhyesti [5.].

2.4 Pilven infrastruktuuri

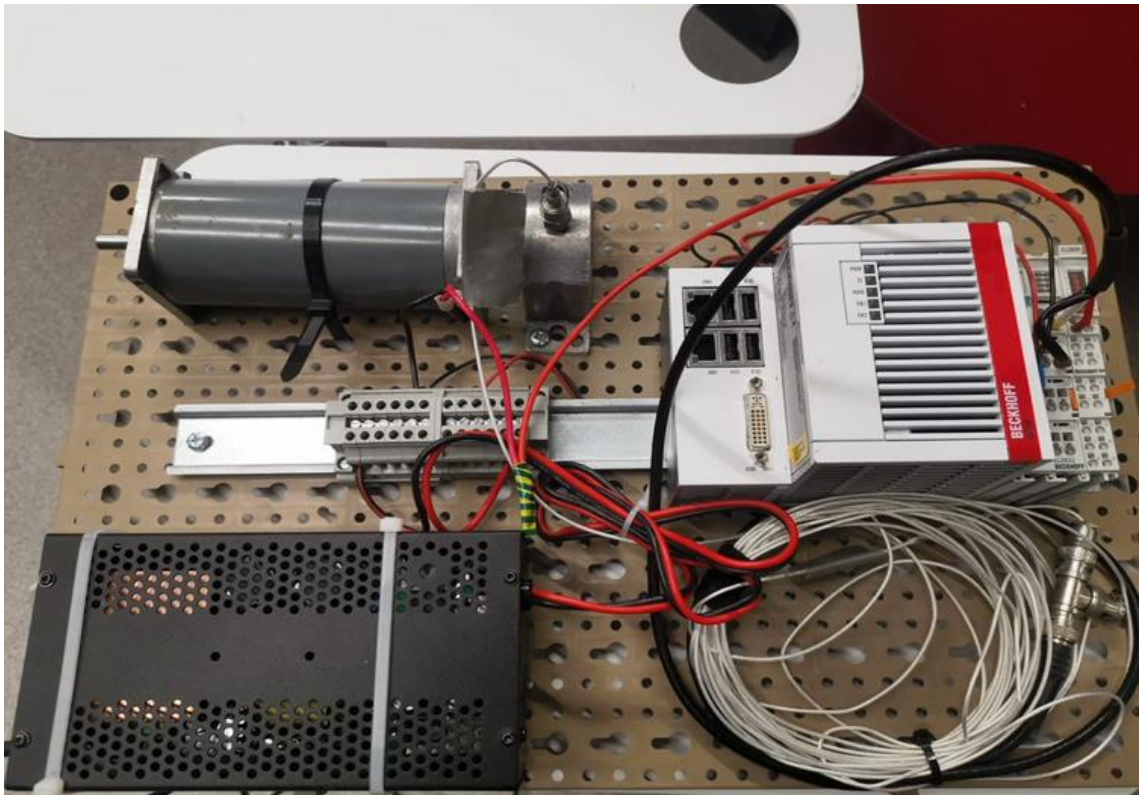
Pilvi-infrastruktuuri tarkoittaa sen sisältämiä laitteistoja ja ohjelmistokomponentteja kuten palvelimia, tallennustilaa, verkkoa ja virtualisointiohjelmia (kuva 3.). Näitä kaikkia tarvitaan pilvipalvelun mallin laskentavaatimuksen tukemiseen. Infrastruktuuriin kuuluu myös abstraktikerros, jolla virtualisoidaan resursseja, esitetään ne loogisesti käyttäjille sovel-
lusohjelmienrajapintojen, API-yhteensopivien komentorivien tai graffitisten rajapintojen kautta. Resursseja isännöi palvelun tarjoaja tai IT-osasto. Niitä toimitetaan verkon tai internetin välityksellä. Resursseihin kuuluu virtuaalikoneet ja komponentit, kuten palvelimet, tallennustila, verkkokytkimet, palomuurit ja kuormituksen tasapainottajat. [6]



Kuva 3. Pilvipalvelun rakenne [6].

3 Testilaitteisto

Seuraavaksi käydään läpi työssä käytetyt tuotteet sekä ohjelman teko vaihe vaiheelta. Ohjelmistopohjana toimi Beckhoffin modulaarinen sulautettu tietokone, jonka sisältä löytyy valmiiksi käyttöön asennettuna kunnossapito-ohjelma ja TwinCat Runtime. Tietokoneeseen oli yhdistetty kaksi logiikkakorttia. Ensimmäisenä oli EL3632 kortti ja toisena EL2809 kortti. EL3632 terminaaliiin yhdistetiin kiihtyvyyssanturi ja EL2809 terminaaliiin sähkömoottori. (kuva 4.)



Kuva 4. Testilaitteisto.

3.1 Twincat

Beckhoff rakensi maailmanlaajuisen standardin PC-pohjaiselle automaatiolle. Ohjaus-teknologia otettiin käyttöön vuonna 1986. Twincat (Windows Control and Automation Technology) automaatio-ohjelma muodostaa ohjausjärjestelmän ytimen. Twincat muuttaakin melkein kaikki PC-pohjaiset järjestelmät reaaliaikaiseksi ohjaukseksi useimmilla PLC-, NC-, CNC- ja robotiikkajärjestelmillä. [7.]

Työssä käytettiin Twincatin kolmatta versiota, joka aloitti niin sanotusti uuden aikakauden PC-pohjaisille järjestelmille ja on samalla uusi saavutus Beckhoff Automationin historiassa. Erityisesti tekniikan alalla Twincat 3 on esimerkkinä modulaarisen ja joustavan järjestelmäarkkitehtuurin suhteen. Twincat 3:lla on mahdollista ohjata melkein mitä tahansa järjestelmää puuntyöstökoneista tuuliturbiineihin. Käyttäjällä on mahdollisuus käyttää erilaisia ohjelmointikieliä sovellusten toteuttamiseen. IEC 61131-3:n klassisen ohjelmointikielen lisäksi on korkeamman tason ohjelmointikieliä, kuten C ja C++. Lisäksi voidaan käyttää MATLAB/Simulink -ohjelmointikieliä. [8.]

Integroitujen Motion-ominaisuuksien avulla suunnittelu yksinkertaistuu, samoin kuin uusi, hyvin järjestetty editoijan SAFETY-Applications [8.]

Nämä kyseiset ominaisuudet näyttävät miksi juuri TwinCat 3 on nimetty myös eXtended Automation -ohjelmaksi [8.].

3.2 Beckhoff TF3600 TC3 Condition Monitoring

Beckhoffin luoma ohjelma on koneiden ja laitosten kunnonvalvontaa varten. Twincat 3:een luotu kirjasto tarjoaa modulaarisista rakennussarjoista matemaattisia algoritmeja, joiden avulla mitatut arvot voidaan analysoida. Kirjaston toimivuus on riippuvainen mitatun datan fyysisestä taustasta. Siitä huolimatta painopiste on edelleen värinämittauksissa. [22.]

Kirjastossa olevat toiminnot kattavat ensisijaisesti signaalianalyysijä tai signaalien muutoksia tilastoista ja luokituksista. FFT-spektrianalyysin tai verhoikäyrän spektrin avulla on mahdollista laskea tärkeimpiä tilastollisia arvoja, kuten huipukkuus tai huippukertoimet. Kyseiset algoritmit soveltuvat parhaiten rullalaakerien raja-arvojen seurantaan. Lisäksi on mahdollista suorittaa koneiden värähtelyarviointia DIN ISO 10816 -standardin mukaisesti. [22.]

Tämän ohjelmiston syvällisempään teoreettiseen pohjaan voi perehtyä Timi Lahtisen insinööriyössä [18.]

3.3 Kepware

Kepware on PTC ohjelmistokehitys ja liiketoimintayritys, joka perustettiin vuonna 1995. Kepware on tehnyt yli 20 vuotta portfolioita teollisuuden yhteysratkaisuksista. Näiden ratkaisuiden avulla muut yritykset voivat yhdistellä erilaisia automaatiolaitteita ja ohjelmistosovelluksia. Kepware on huomattu ensimmäiseksi toimijoiksi IoT:ssa. Yritys palvelee laajaa asiakaskuntaa monilla eri aloilla, kuten valmistus, öljy ja kaasu, rakennusautomaatio, virta sekä apuohjelmat. Kepware tuottaa vain teollisuuslujuusratkaisuja, jotka on suunniteltu, testattu ja sertifioitu vastaamaan teollisuuden automaatio-sovelluksia. [9.]

Työssä käytetään Kepwaren KepserverEx -ohjelmaa, jonka yksi kokonaisuus on teollisuuden toimintojen tietojen kerääminen, yhdistäminen ja turvallisuuden saavuttaminen. Kepserverissä on IoT-valmius, jonka avulla voidaan luoda yhteys IT:hen ja ERP:hen. Kepserver sisältää myös parannellun viestintäturvallisuuden SSL:n ja TLS:n avulla. Kepserver pystyy redundanssivaihtoihin ja skaalautumaan yhtenäiseen arkkitehtuuriin. [10.]

3.4 Splunk

Splunk Inc. (Splunk) on yritys, joka tuo markkinoille ohjelmistoratkaisujen kehitystyötä ja siihen liittyvää markkinointia. Yrityksen tarjoamien ratkaisujen avulla asiakas voi kerätä, indeksoida, etsiä, tutkia, seurata ja analysoida erilaista tietoa. Kyseiset ratkaisut koskevat kaikenlaisia tietokokonaisuuksia, joita kutsutaan nimellä BIG DATA. Tietoja käytetään erityisesti konetiedoissa. Konetietoja tulee organisaatioiden erilaisista sovelluksista ja älyllisistä laitteista. Laitteet ja sovellukset sisältävät lopullisia aikaleimattuja tietoja useista toiminnoista, kuten tapahtumia asiakas- ja käyttäjätoiminnoista, sekä tietoturvaan liittyvistä asioista. Tuotteet auttavat erilaisissa tehtävissä olevia käyttäjiä, mukaan lukien tietotekniikan, tietoturvan ja liike-elämän ammattilaiset, analysoimaan koneiden tietoja ja saavuttamaan reaaliaikaista näkyvyyttä ja älykästä organisaation toimintaa. [11.]

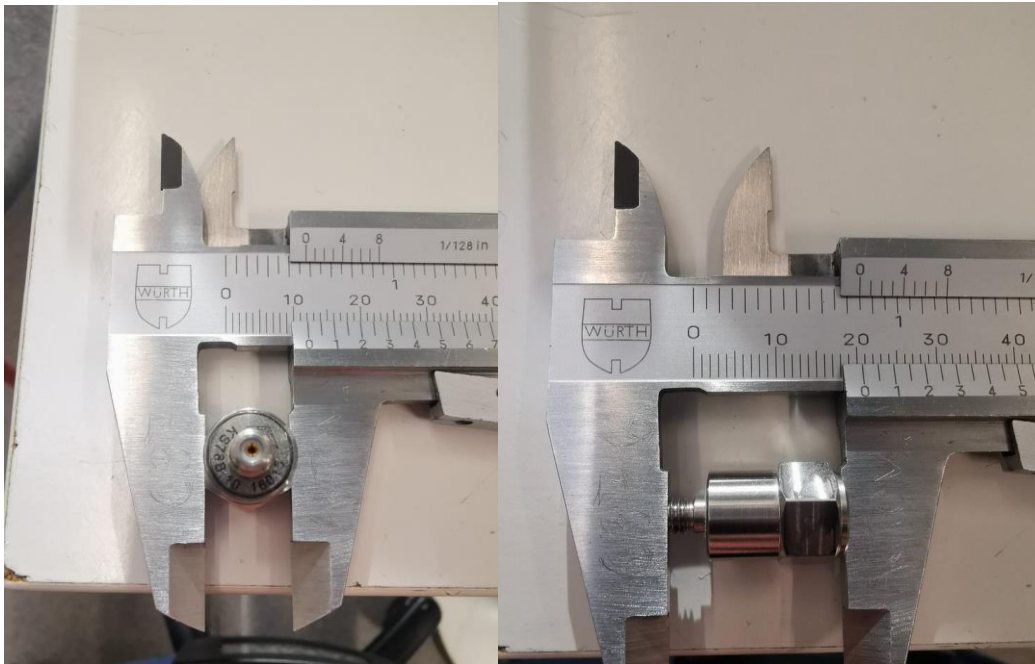
Lisäksi yhtiöllä on tarjolla käyttäjien käyttäytymistä analysoiva ohjelma. Se auttaa etsimään ja hakemaan piilotettuja ja sisäpiiriin kohdistuvia uhkia sekä toimimaan reagoimiseen niihin ajoissa ja lieventämään niitä. [11.]

Splunk tarjoaa Splunk Enterprise -sovellusta, joka on johtava sovellus operatiivisten älykkyyksien alustaksi. Se tarjoaa helppoa, nopeaa ja turvallista tapaa etsiä, analysoida ja visualisoida IT-järjestelmien ja teknologiainfrastruktuurin massiivisia tietovirtoja. [24.]

3.5 Kiihtyvyyssanturi

Työhön on liitetty IEPE-standardin mukainen pietsosähköinen kiihtyvyyssanturi (kuva 5.), malli KS78B.10, 10 mV/g ± 20 %:n tarkkuudella, ± 500 :n g mittausalueella ja taajuusalueilla 0.65–18 000 Hz. [12.]

Pietsosähköiset anturit eivät vaadi ulkoista energiaa vaan ainoastaan vuorottainen kiihtyvyys voidaan mitata. Nämä kiihtyvyyssanturit eivät pysty todelliseen DC-vasteeseen, kuten gravitaation kiihtyvyyteen. Suuri-impedanssinen anturilähtö on ensin muunnettava matalampaan impedanssisignaaliin. Anturisignaalin prosessoimiseen voidaan käyttää erilaisia laitteita, kuten aika-alueiden mittalaitteita, RMS huippuarvon mittajia, taajuusanalysaattoreita, tallentimia tai PC-instrumentteja. [12.]

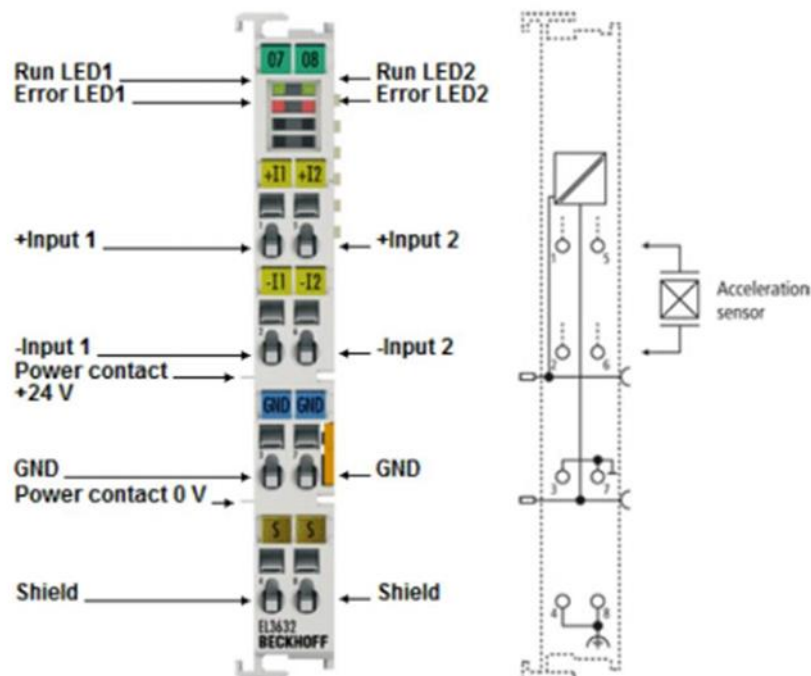


Kuva 5. Pietsosähköinen kiihtyvyyssanturi [12.].

3.6 Terminaalit

3.6.1 EL3632

EL3632 (kuva 6.) on 2-kanavainen analogituloliitäntä tilanvalonnalle. Anturit, joissa on IEPE-liitännät, voidaan kytkeä suoraan päätteeseen. Signaalit analysoidaan PC:llä Twin-catkirjaston avulla. Näin mahdollistetaan kaikki PCplatforimin edut. Vaihtoehtoisesti arviointi voidaan tehdä käyttäjäohjelmistolla. Terminaalia voidaan mukauttaa yksilöllisiin vaatimuksiin konfiguroitavien suodattimien ja syöttövirtojen avulla. Galvaanisesti eristetyt mittauskokoonpanot saavutetaan käyttämällä EL9560-terminaalia. [13.]

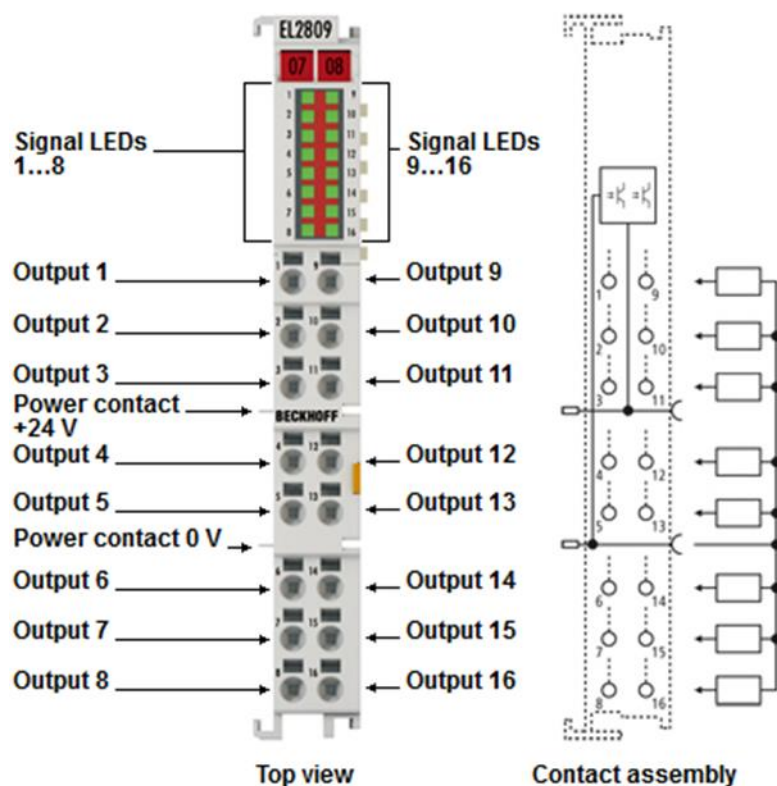


Kuva 6. EL3632:n Terminaalikortti [13.].

EL3632-terminaaliin jää yksi punainen error Led palamaan, mikä tarkoittaa, että kytkentä on oikein anturin kohdalla [13.].

3.6.2 EL2809

EL2809 (kuva 7.) on digitaalinen ulostuloliitin, joka yhdistää binaariset ohjaussignaalit automaatiolaitteesta toimilaitteeseen. Terminaali on suojattu napaisuuden kääntämiseltä ja mahdollisilta virtapiikeiltä. Terminaali sisältää 16 kanavaa, joiden tila näkyy ledeinä. Vaikka liitäntätyyli sopii erityisesti yksipuolisille tuloille, kaikkien komponenttien on kuitenkin käytettävä samaa viitepistettä kuin EL2809. Teholiittimet on silmukoitu lävitse. Lähdöt syötetään terminaalin 24-volttisten virtakoskettimien kautta. Johtimet on mahdollista kytkeä ilman työkaluja, jos kyseessä on kiinteä johdin, käyttämällä suoravirtaustekniikkaa. [14]

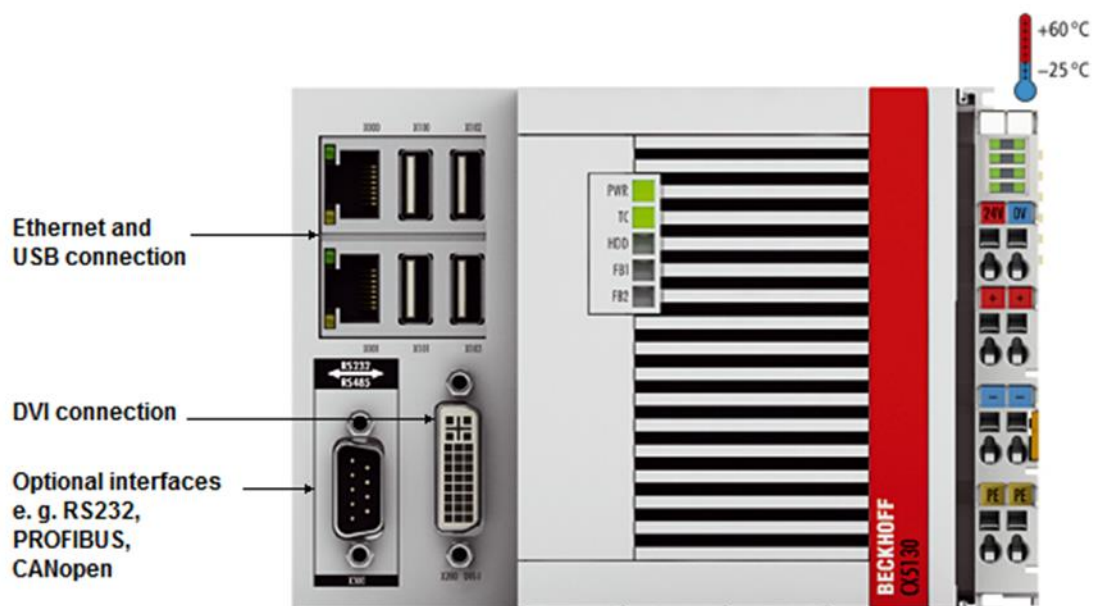


Kuva 7. EL2809:n Terminaalikortti [14].

3.7 Modulaarinen sulautettu tietokone (CX5130)

CX5130 sisältää Intelin Atom -ydinprosessorin 1,75 GHz kellotaajuudella (kuva 8.). Tämän ansiosta aito moniydinteknologia on mahdollista sulautettujen tietokoneiden segmenteissä. Laitteesta löytyy kaksi erillistä Gigabit Ethernet -liitäntää sekä neljä USB 2.0 ja DVI-i -liitäntää. Lukuisia lisäyhteysvaihtoehtoja on ja yhdyskäytävätoimintoja voidaan luoda lisärajpinnalle, joka voidaan varustaa tehtaalla jo valmiiksi. I/O-tasolla voidaan valita koostuuko sulautettu tietokone E-väylän tai K-väylän terminaleista. [15.]

Riippumatta Twicat-runtime ympäristöstä voidaan CX5130:aa käyttää PLC- tai PLC/Motion Control -projektien toteuttamiseen visualisoinnin avulla tai ilman. Motion Control -sovellusten suorittaminen interpoloivilla akseliliikkeillä on myös mahdollista. [15.]

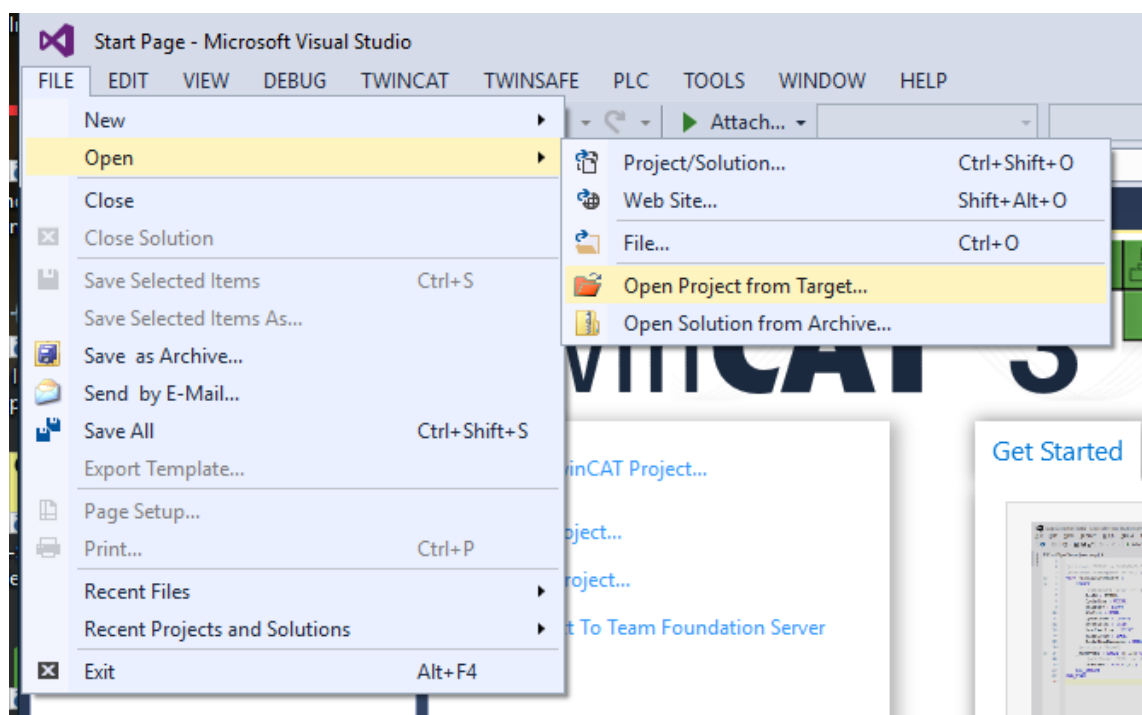


Kuva 8. CX5130, modulaarinen tietokone [15.].

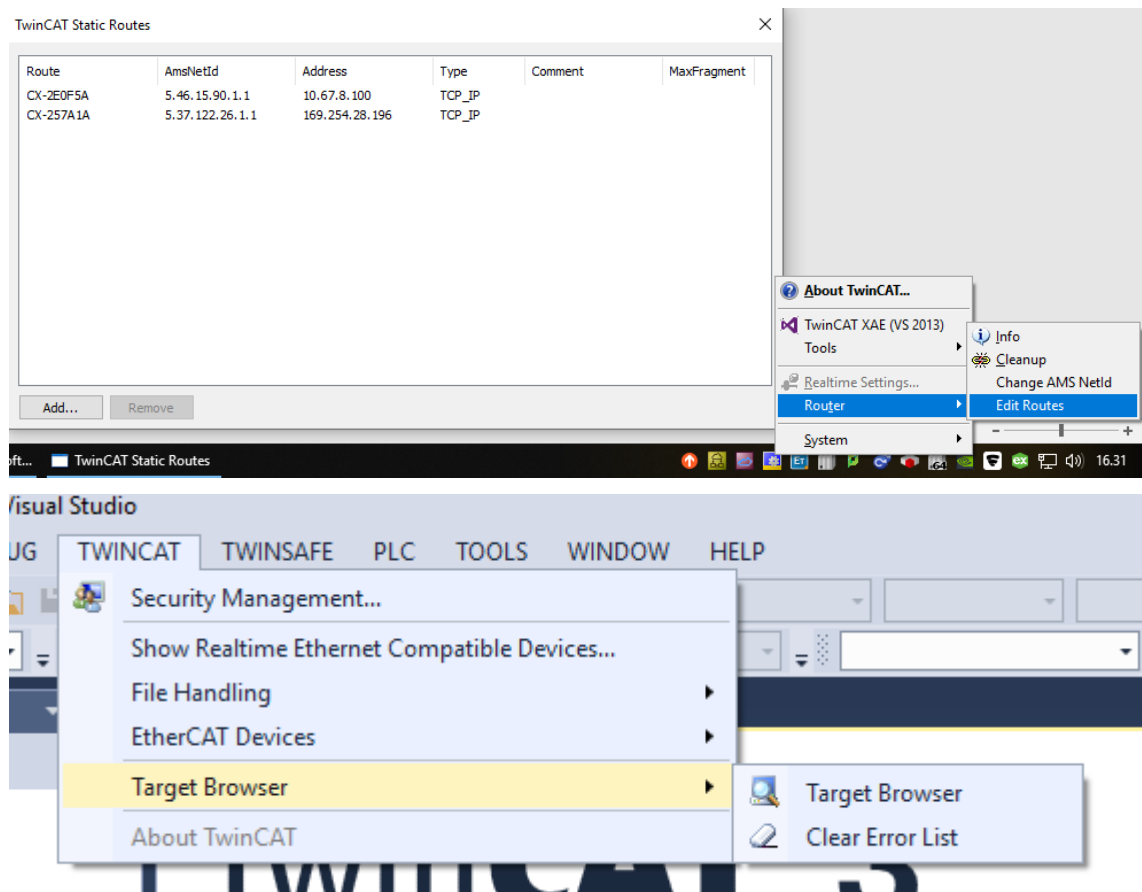
4 Ohjelmiston toteutus

Ohjelman pohjana toimii Beckhoffin TF3600 TC3 Condition Monitoring, jonka tuottamat tiedot lähetetään Splunk Enterprise -sovellukseen.

Ensimmäiseksi pitää luoda Twincatiin PLC-ohjelma, jolla pyöritetään sähkömoottoria ja luetaan kiihtyvyyssanturin arvoja. Ohjelma löytyy valmiina sulautetun tietokoneen sisältä (CX5130). Sulautettu tietokone yhdistetään koulun verkkoon. PLC-ohjelma saadaan avattua sulautetulta koneelta ”Open Project from Target” -komennon kautta. Jotta tätä komentoa voidaan käyttää, pitää tietää sulautetun tietokoneen IP-osoite. IP-osoitteen löytää Twincat Routers valikosta tai Twincat-ohjelman Twincat-tekstin alta, kun valitsee ”Target Browser”. Jos laitetta käytetään ensimmäistä kertaa, kannattaa se yhdistää suoraan tietokoneeseen, jolloin sen löytää helpommin (Kuvat 9 ja 10.).

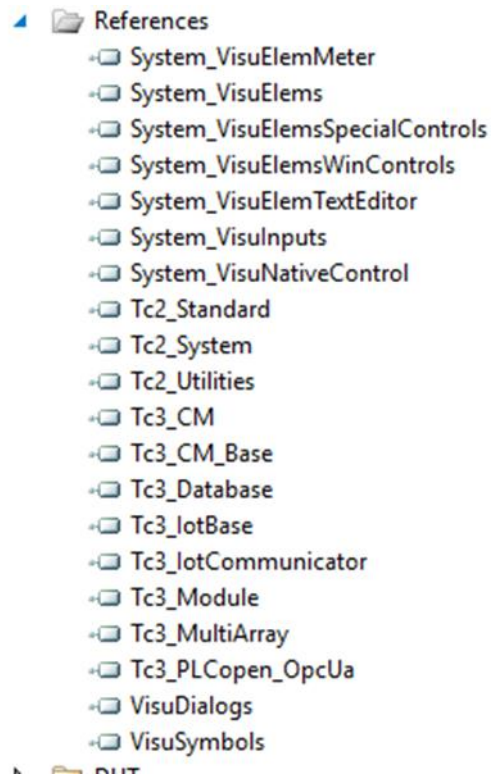


Kuva 9. Twincat 3:n aloitusnäyttö.



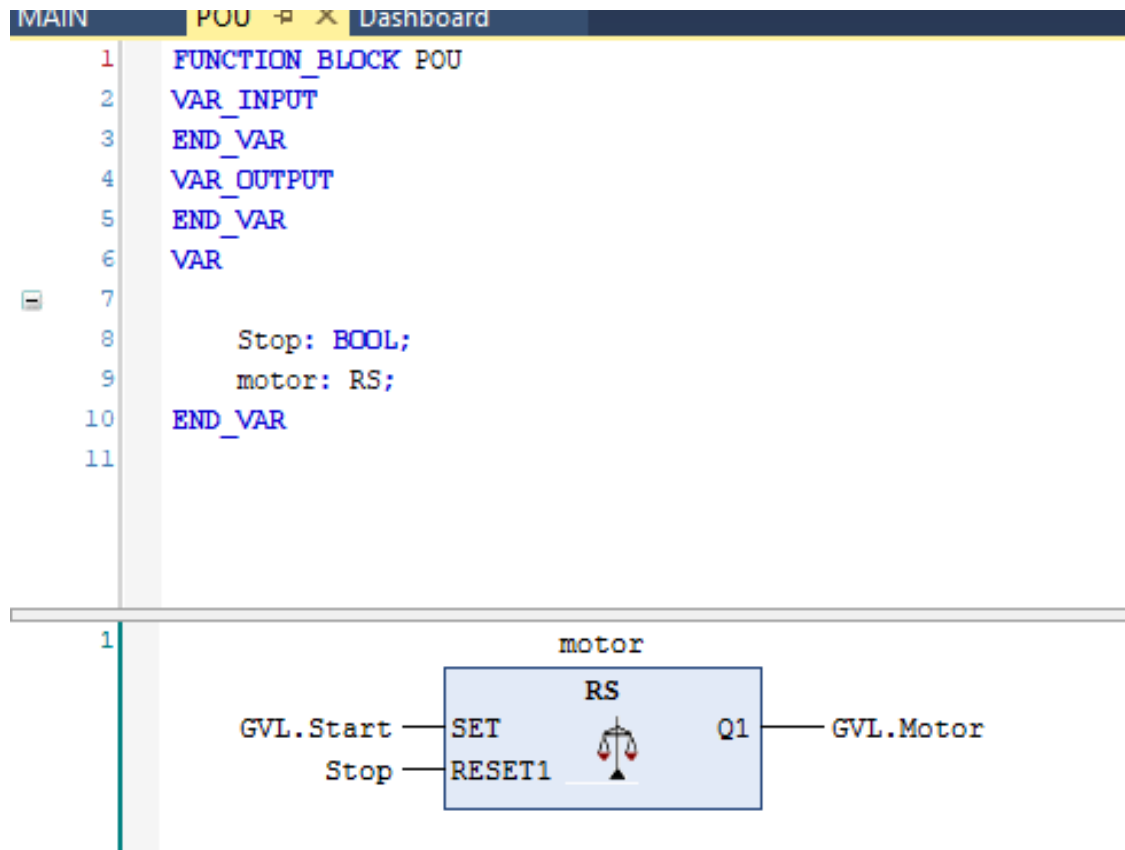
Kuva 10. TwinCAT 3 laitteen etsintä ja yhdistys.

Jotta Condition Monitoring -sovellus toimii, on PLC-ohjelmaan lisättävä TC3 Motion-kirjasto (kuva 11.). Jos kirjastoa ei löydy Twincatista, voidaan se ladata Beckhoffin sivuilta [23] ilmaiseksi. Latauksen yhteydessä täytyy kirjautua vierailijaksi, minkä jälkeen latauslinkki lähetetään sähköpostiin.



Kuva 11. PLC-ohjelman kirjasto.

PLC-ohjelmaan lisätään sähkömoottorin ohjaus logiikkakortilla. Ohjaus on Function Block -menetelmällä tehty Reset/Set-funktioblokki, jonka muuttujille tehtiin Dashboardiin omat nappulat (Kuvat 12 ja 13.).



Kuva 12. PLC-ohjelman sähkömoottorin ohjaus.

Program Control

Set Amplitude	Set Frequency [Hz]	Classifier Configuration
<input type="text" value="%10.1f"/>	<input type="text" value="%10.1f"/>	<input type="button" value="Reconfigure"/>

Fault Simulation

Fault Amplitude	<input type="radio"/> Small Fault	<input type="button" value="Activate Disturbance"/>
<input type="text" value="%10.1f"/>	<input checked="" type="radio"/> Large Fault	

Analysis Results

Max. Amplitude	Frequency [Hz]	Fault Freq.[Hz]
<input type="text" value="%10.4f"/>	<input type="text" value="%10.2f"/>	<input type="text" value="%10.2f"/>

RMS Value

<input type="text" value="%10.4f"/>	<input type="text" value="%s"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
-------------------------------------	---------------------------------	---

Kuva 13. PLC-ohjelman Dashboard.

Kun PLC-ohjelma on saatu toimimaan, voidaan luoda Kepwareen Channel. Tämän avulla logiikka voidaan yhdistää pilveen. Channellille kerrotaan sovelluksen laiteohjain, eli tässä tapauksessa Beckhoff TwinCat (kuva 14.).

Add Channel Wizard	
Identification	
Name	Channel1
Description	
Driver	Beckhoff TwinCAT
Diagnostics	
Diagnostics Capture	Disable
Ethernet Settings	
Network Adapter	Default
Write Optimizations	
Optimization Method	Write Only Latest Value for All Tags
Duty Cycle	10
Non-Normalized Float Handling	
Floating-Point Values	Replace with Zero
<div>Finish</div> <div>Cancel</div>	

Kuva 14. KEPServerEX Kanvan luonnin tietojen yhteenveto.

Internetasetukseksi tulee *Default* eli paikallinen yhteys. Seuraavaksi kysytään optimointiasetuksia. Asetuksilla voidaan parantaa palvelimen reagointia. Tässä tapauksessa asetuksiin ei koskettu vaan ne jätettiin perusasetuksille.

Non-normalized Float Handling -asetuksella tarkoitetaan käyttäjän mahdollisuutta määritellä, kuinka käsitellään normalisoimattomia IEEE-754-liukulukujen tietoja. Normalisoimattoman arvo on määritetty äärettömäksi, *Not-a-Number* (NaN) tai denormalisoitu. Oletusasetus korvaa nolalla *Replace with Zero*. Natiivilla kelluvuuskäsittelyllä olevat ajurit ovat mahdollisesti oletusasetuksina muuttumattomia (kuva 15.). [16.]

Channellin sisään tehdään Device (kuva 15.), jolle annetaan ohjelman malli TwinCat PLC. Seuraavaksi pitää tietää logiikan IP-osoite, joka löytyy PLC-ohjelmasta *system*-osion alta, kohdasta *routers*. Skannausasetuksista valitaan haluttu/pyydetty tarkistusnopeus tunnisteille. Oletusasetus (*Respect Client-Specific Scan Rate*) käyttää laitteen pyytämää skannausnopeutta. Seuraavassa asetuksessa räätälöidään ajurin reagoinnit virheisiin. Monissa tapauksissa ympäristö vaatii näihin muutoksia saavuttaakseen optimaalisen suorituskyvyn. [16.]

Mahdollisia vaikuttajia ovat sähköinen kohina, modeemin viiveet ja huono fyysinen yhteys. **Connect Timeout** kertoo tarvittavan ajan pistorasiayhteyden muodostamiseen etälaitteelle. Yhteysaika voi olla pidempi kuin saman laitteen normaalit viestimispyynnöt. Tyypillinen arvo on 3 s, mutta vaihtelee ajurin luonteen mukaan. Jos tätä asetusta ei tueta niin se poistuu käytöstä. **Request Timeout**:illa annetaan arvo, jolla kerrotaan kuinka kauan kaikki ohjaimet odottavat vastausta kohdelaitteilta. Oletus on yleensä 1000 ms, mutta voi vaihdella ohjaimen mukaan. **Auto-Demotion** -asetuksella laitteen skannaus voidaan väliaikaisesti laittaa pois päältä, mikäli laite ei vastaa. Asetuksen ollessa käytössä ohjelma sulkee skannauksen, kun laite ei vastaa ja laittaa sen takaisin päälle, kun laite vastaa. **Tag Generation** -asetuksella valitaan, miten ohjelma hakee OPC -tunnisteet. Oletusarvo on, ettei ohjelma hae tunnisteita automaattisesti *Do Not Generate on Startup*. **Duplicate Tag** -asetuksella kerrotaan, mitä palvelin tekee lisätyille tunnisteille, joita on lisätty tai muokattu alkuperäisten tuonnin jälkeen. Oletuksena on *Delete on Create*, että kaikki aiemmin lisätyt tunnisteet poistetaan ennen kuin uusia lisätään. **Parent Group**:in avulla voidaan estää automaattisesti luotujen tunnisteiden sekoittuminen manuaalisesti tehtyjen tunnisteiden kanssa ja määrittää ryhmä. **Port** -kohdassa kerrotaan ohjelmalle Twincat 3 PLC Runtime systems viestintäreitti, jossa oletus on Twincat 3:lle 851. Projektiasetuksissa määritetään *to*-tyyppi palvelintunnisteeseen, kun oletusarvo valitaan tunnisteiden lisäämiseen, muokkaamiseen ja tuonnin aikaan. Oletustyyppi määritetään, kun jokin näistä seuraavista tapahtuu. Asiakasohjelmalle luodaan dynaaminen tunniste, kun *Native* on määritetty tietotyyppi tai palvelimelle luodaan staattinen tunniste, jolle määritetty tietotyyppi on oletus. Luodut palvelintunnisteet ovat tunnisteita, jotka on määritetty Beckhoff TwinCat -laitteessa. Tietokantojen tuontiin on kaksi eri tapaa, joiden avulla pystytään luomaan tunnistetietokanta. Sitä ei kuitenkaan ole pakko tehdä. [16.]

✕

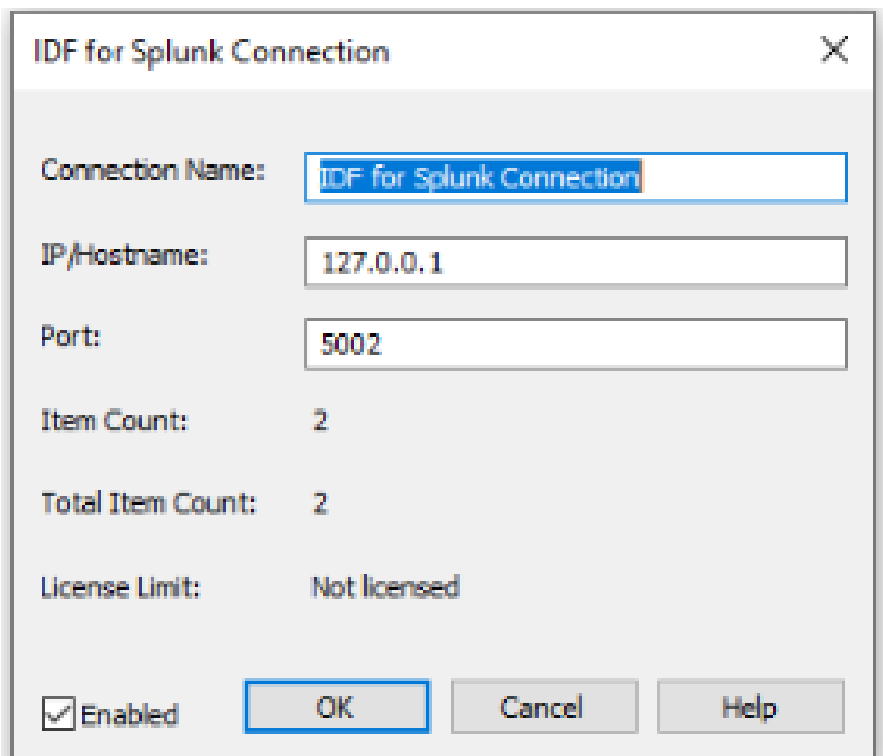
← Add Device Wizard

Identification	
Name	Device1
Description	
Driver	Beckhoff TwinCAT
Model	TwinCAT PLC
Channel Assignment	PLC_OPPARI
ID	5.46.15.90.1.1
Operating Mode	
Data Collection	Enable
Simulated	No
Scan Mode	
Scan Mode	Respect Client-Specified Scan Rate
Initial Updates from Cache	Disable
Communication Timeouts	
Request Timeout (ms)	2000
Retry Attempts	2
Auto-Demotion	
Demote on Failure	Disable
Tag Generation	
On Device Startup	Do Not Generate on Startup
On Duplicate Tag	Delete on Create
Parent Group	
Allow Automatically Generated Subgroups	Enable
Project Port	
Port Number	801
Project Options	
Default Type	Word
Import Method	
Import Source	Device
Symbol File	*.tpy
Auto-Synchronize File Changes	Disable
Import and Runtime Compatibility	
Respect OPC Read/Write Item Properties	Disable
Respect Tag Case On Import	Disable
Only Import Variables Marked For OPC	Disable
Additional Filter	

Finish Cancel

Kuva 15. KEPServerEX-laitteen tietojen yhteenveto.

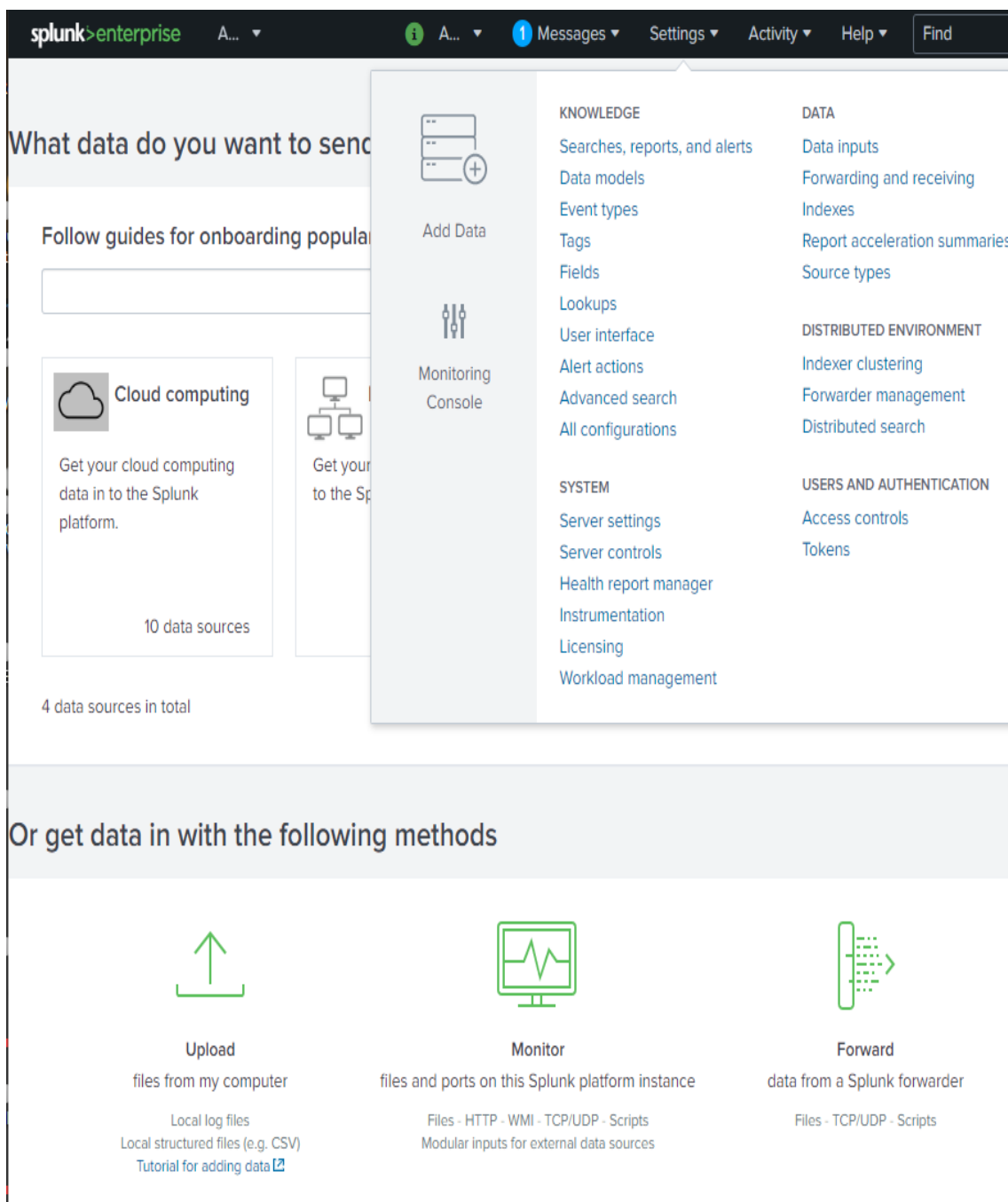
Kun Channel ja Device on luotu, luodaan IDF for Splunkin avulla yhteys pilvipalvelulle (kuva 16.). Yhteyden luonti on yksinkertaista, lisätään vain yhteys. IP-osoite on oletus (127.0.0.1), siten valitaan yhteysportti ja valittu yhteysportti kerrotaan pilvipalvelulle. [16.]

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "IDF for Splunk Connection". The dialog has a close button (X) in the top right corner. It contains several input fields and labels: "Connection Name:" with a text box containing "IDF for Splunk Connection"; "IP/Hostname:" with a text box containing "127.0.0.1"; "Port:" with a text box containing "5002"; "Item Count:" with the value "2"; "Total Item Count:" with the value "2"; and "License Limit:" with the text "Not licensed". At the bottom left, there is a checked checkbox labeled "Enabled". To the right of the checkbox are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Connection Name:	IDF for Splunk Connection
IP/Hostname:	127.0.0.1
Port:	5002
Item Count:	2
Total Item Count:	2
License Limit:	Not licensed
<input checked="" type="checkbox"/> Enabled	OK Cancel Help

Kuva 16. KEPServerEX Splunk pilvipalveluun yhdistämisen sivu.

Loppu luodaan pilvipalvelu Splunk Enterprise -sovelluksella. Ensiksi täytyy luoda ilmainen Splunk-tili. Vasta sitten pystyy lataamaan Splunk Enterprise -sovelluksen. Sovellus on ilmainen demo tietyillä rajoitteilla. Yksi niistä on tiedon käyttökatto, 500 MB päivässä (kuva 17.).



Kuva 17. Splunk Enterprise -aloitussivu.

Kun sovellus on ladattu, voidaan luoda tiedonkeruu menemällä *Settings* ja *Add Data*. Seuraavaksi mennään kohtaan *Monitor*, joka avaa ikkunan eri lähdehakumenetelmistä (kuva 17.). Näistä valitaan TCP/UDP, käytetään TCP -protokollaa. Ero TCP:n ja UDP:n välillä on, että TCP tarvitsee niin sanotun kädenpuristuksen järjestelmien välillä viestimistä varten. Näin varmistetaan toimituksen sisältö, koska lähetävä järjestelmä odottaa vastaanottajan kuittausta ennen kuin siirtää enemmän tietoa. UDP -protokolla lähettää tiedon parhaalla mahdollisella tavalla, ilman tietoa siitä, meneekö tieto perille asti. Ha-kuohjelma kysyy porttia, josta tieto haetaan. Porttitunnus on se, mikä annettiin Kepser-verissä IDF for Splunk -kohdassa. Tämän jälkeen voidaan haluteessa luoda lähteelle uusi nimi, joka ohittaa oletusarvon. Seuraava asetus on yhteyksien hyväksyntää, esimerkiksi jos on monta isäntää ja halutaan vain yhdeltä, kirjoitetaan silloin isännän nimi ja IP-osoite (kuva 18.). [17.]

<p>Local Event Logs Collect event logs from this machine.</p>	<p>Configure this instance to listen on any TCP or UDP port to capture data sent over the network (such as syslog). Learn More</p> <div> <div>TCP</div> <div>UDP</div> </div> <p>Port ? <input type="text"/> Example: 514</p> <p>Source name override ? <input type="text"/> optional host:port</p> <p>Only accept connection from ? <input type="text"/> optional example: 10.1.2.3, !badhost.splunk.com, *.splunk.com</p>
<p>Remote Event Logs Collect event logs from remote hosts. Note: this uses WMI and requires a domain account.</p>	
<p>Files & Directories Upload a file, index a local file, or monitor an entire directory.</p>	
<p>HTTP Event Collector Configure tokens that clients can use to send data over HTTP or HTTPS.</p>	
<p>TCP / UDP Configure the Splunk platform to listen on a network port.</p>	

Kuva 18. Splunk Enterprise pilven määrittelysivu 1.

Seuraavaksi määritellään lähteen tyyppi, sovelluskonteksti, oletusisäntäarvo ja hake-
misto. Lähdetypiksi määritellään, millaista tietoa on tulossa, jotta Splunkin alusta osaa
muotoilla tiedot älykkäästi indeksoinnin aikana. Sovelluskonteksti on Splunk-alustan
kansioiden ilmentymiä, jotka sisältävät määritykset käyttötapauksille tai tietalueille. So-
vellusympäristö parantaa syöttö- ja lähdetyyppienmäärittelyn hallintaa. Splunk lataa so-
vellusympäristöt prioriteettisääntöjen mukaisesti. Tietojen indeksoinnissa kukin tapah-
tuma saa isäntäarvon. Arvon tulisi olla sen koneen nimi, josta tapahtuma on tullut. Valit-
tava kirjoitustavat ovat IP, DNS ja Custom. IP, jossa laitetaan syöttöprosessi kirjoitta-
maan isäntä uudelleen etäpalvelimen IP-osoitteella. DNS, jossa isäntä asetetaan isän-
tätäpalvelimen DNS-merkillä. Custom, jossa isäntä asetetaan käyttäjän määrittämällä
tunnisteella. Näin tiedonhaku pilveen on luotu. Haettu data voidaan tarkastella pääsivulta
Data summary-kohdasta (kuva 19.). [17.]

Input Settings

Optionally set additional input parameters for this data input as follows:

Source type

The source type is one of the default fields that the Splunk platform assigns to all incoming data. It tells the Splunk platform what kind of data you've got, so that the Splunk platform can format the data intelligently during indexing. And it's a way to categorize your data, so that you can search it easily.

Select New

Select Source Type ▼

App context

Application contexts are folders within a Splunk platform instance that contain configurations for a specific use case or domain of data. App contexts improve manageability of input and source type definitions. The Splunk platform loads all app contexts based on precedence rules. [Learn More](#)

App Context

Search & Reporting (search) ▼

Host

When the Splunk platform indexes data, each event receives a "host" value. The host value should be the name of the machine from which the event originates. The type of input you choose determines the available configuration options. [Learn More](#)

Method ?

IP DNS Custom

Index

The Splunk platform stores incoming data as events in the selected index. Consider using a "sandbox" index as a destination if you have problems determining a source type for your data. A sandbox index lets you troubleshoot your configuration without impacting production indexes. You can always change this setting later. [Learn More](#)

Index

Default ▼ Create a new index

Kuva 19. Splunk Enterprise pilven määrittelysivu 2.

5 Työn tulos

Beckhoff Condition Monitor -ohjelman keräämät ja käsitellyt tiedot kiihtyvyyssanturilta saatiin lähetettyä pilvipalvelulle.

Twincat ja KepserverEX kommunikoivat OPC UA -protokollan kautta. KepserverEX:ään oli luotu kanava, jossa oli Beckhoff -laiteohjain. Kanavan sisälle luotiin laite, jolle haettiin modulaarisen tiekoneen IP-osoite. Kun laite oli asennettu KepserveriinEX:än, voitiin sille laitteen *Tag Generation* asetuksen avulla hakea OPC-tunnisteet, jotka haluttiin lähettää pilveen käsiteltäväksi. Pilvipalveluun lähetettiin tiedot RMS -huippuarvosta ja Amplitudista eli värähdyslaajuuksista. KepserverEX:n ja pilvipalvelun välinen yhteys luotiin TCP/UCP protokollan avulla. KepserverEX:stä löytyi kohta ”IDF for Splunk”, johon ilmoitettiin pilvipalvelun IP-osoite ja haluttu vapaa porttinumero. Pilveen saatu tieto voitiin tallentaa myöhempää tarkastelua varten tai tehdä siitä raportteja tai kaavioita.

Työssä toteutettiin laboratoriotyötä varten liite. Työohjeesta tehtiin mahdollisimman selkeä ja se näyttää kuvakaappauksilla kuvia asetuksista ja työn etenemisestä. Ohjelmiston toteutus -kohdassa on käyty läpi työn vaiheita ja eri asetusten tarkoituksia. Työ toimi perusarvoilla, joten ei ollut tarvetta tarkempiin asetuksiin. Perusasetukset olivat ensimmäisenä tarjolla asetuksissa ja näkyvät myös kuvakaappauksissa.

6 Yhteenveto

Insinööritöissä keskityttiin kunnossapito-ohjelman yhdistämisen pilveen ja siitä tehtävään työhjeeseen tuleville opiskelijoille. Tällä ohjeella opiskelijat voivat toteuttaa tämän työn laboriotuntien aikana. Ensimmäiseksi perehdyttiin kunnossapidon määritelmiin ja esineiden internettiin, joka on lähtenyt kasvuun. Suurin osa laitteista on nykyään älyllisiä, ja ne keskustelevat toistensa kanssa jonkin protokollan kautta. Tässä työssä ei perehdytty laakerin värähtelymenetelmään [20] tai Beckhoffin Condition Monitori -ohjelmaan [18], koska niistä löytyy jo insinööritöitä. Pilvipalveluissa selitettiin, millaisia ne ovat ja mitkä niiden hyödyt ovat yrityksille. Pilvipalvelujen palvelut ovat kasvaneet viime vuosina paljon, ja niiden käytöstä on tehty hyvin yksinkertaisia. Pilvipalvelun käyttöön käyttäjä ei tarvitse muuta kuin oman tietokoneen ja internetyhteyden.

Työssä huomattiin, että pilvipalveluita ei voi käyttää ilman maksullisia lisenssejä, mikä vaikeuttaa työn mahdollista käyttöä opetuskäytössä. Vaikka tässä työssä löydettiin pilvipalvelun demo, se ei tarkoita, että se olisi vielä vuoden päästä käytettävissä. Tämä huomattiin jo Microsoft Azzuren kohdalla, jota oli käytetty saman tyyliässä insinööritöissä [21]. Opetuskäyttöön saatavien ilmaisten lisenssien vähyys tuottaa selvästi ongelmia. Yrityksille tarkoitettujen lisenssien hinnat voivat olla korkeita, joten koulun kaltaisille laitoksille palveluiden käyttö tulee kalliiksi ja vaikeaksi.

Työn jatkoa ajatellen voisi kokeilla, voisiko kyseisen sähkömoottorin läpi menevää akselia hyödyntää kahden laakerin pyörittämiseen. Toinen laakereista voisi olla tarkoitettusti viallinen ja toinen ehjä, jolloin saataisiin mittauseroja. Työssä Splunk Enterprise -soveluksen läpikäynti jäi vähäiseksi. Ohjelman potentiaalisuus jäi kokeilematta ja se, mitä sinne tuodulla tiedolla olisi voinut tehdä. Tosin sovellus oli rajoitettu demo, joten ei tiedä olisiko kaikkea pystynyt kokeilemaan.

Lähteet

1. Amirhossein Khademi; Fatenmeh Raji & Mohammadreza Sadeghi, 2019. IoT Enabled Vibration Monitoring Toward Smart Maintenance. Iran: IEEE. <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8808837/authors#authors>>. Luettu 27.11.2019
2. Predictive Maintenance Explained. Noria. <<https://www.reliable-plant.com/Read/12495/preventive-predictive-maintenance>>. Luettu 31.10.2019
3. Triinu Magi Shaashua & Ori Shaashua. 2016. Physical environment profiling through Internet of Things integration platform, Neura Inc. <<https://patents.google.com/patent/US10171586B2/en>> Luettu 27.11.2019
4. Rouse Margaret; Rosencrance Linda; Shea Sharon & Wigmore Ivy. 2019. Whatls.com. <<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>> Luettu 27.11.2019
5. Rouse Margaret & Bigelow J. Stephen. 2019. Whatls.com. <<https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-computing>> Luettu 27.11.2019
6. Rouse Margaret; Marko Kurt; Rando Nicholas; Pariseau Beth & Barret Alex. 2017. Whatls.com. <<https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-infrastructure>> Luettu 31.10.2019
7. Beckhoff, TwinCAT 3 | eXtended Automation (XA). 2019. <<https://www.beckhoff.com/english.asp?twincat/twincat-3.htm>> Luettu 31.10.2019
8. Beckhoff. TwinCAT 3. <<https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcinfosys3/html/startpage.htm&id=>> Luettu 31.1.2019
9. Kepware. About Kepware. <<https://www.kepware.com/en-us/about/overview/>> Luettu 31.10.2019

10. Precast. Kepware. < <https://precast-group.com/kepware/>> Luettu 31.10.2019
11. Reuters. Splunk Inc. < <https://www.reuters.com/companies/SPLK.O>> Luettu 31.10.2019
12. Metra Mess- und Frequenztechnik. Piezoelectric Accelerometers. 2001. < <http://www.gracey.co.uk/downloads/accelerometers.pdf>> Luettu 31.10.2019
13. Beckhoff Automation GmbH & CO. KG, Germany. EL3632 2-Channel analog input terminal for Condition Monitoring.2018. <<https://download.beckhoff.com/download/document/io/ethernet-terminals/el3632en.pdf>> Luettu 31.10.2019
14. Beckhoff. EL2809 HD EtherCAT Terminal, 16-channel digital output 24 V DC, 0.5 A. <https://download.beckhoff.com/download/Document/Catalog/Main_Catalog/english/separate-pages/EtherCAT/EL2809.pdf> Luettu 31.10.2019
15. Beckhoff. CX5130 Embedded PC with Intel Atom processor. 2019. <https://www.beckhoff.com/english.asp?embedded_pc/cx5130.htm> Luettu 31.10.2019
16. KEPServerEX Help. Ohjelmiston sisäinen ohjekirja. Kepware.
17. Splunk Enterprise Help. Ohjelmiston sisäinen ohjekirja. Splunk.
18. Lahtinen. Timi. 2016. Laakerien kunnonvalvonta. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
19. Sanden. Jesse. 2014. Laakerien värähtelymittauslaitteisto opetuskäyttöön. Insinöörityö (ylempi AMK). Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta
20. Fagerman, Kalle. 2010. Laakerien jatkuvatoiminen kunnonvalvonta värinäanalyysillä. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

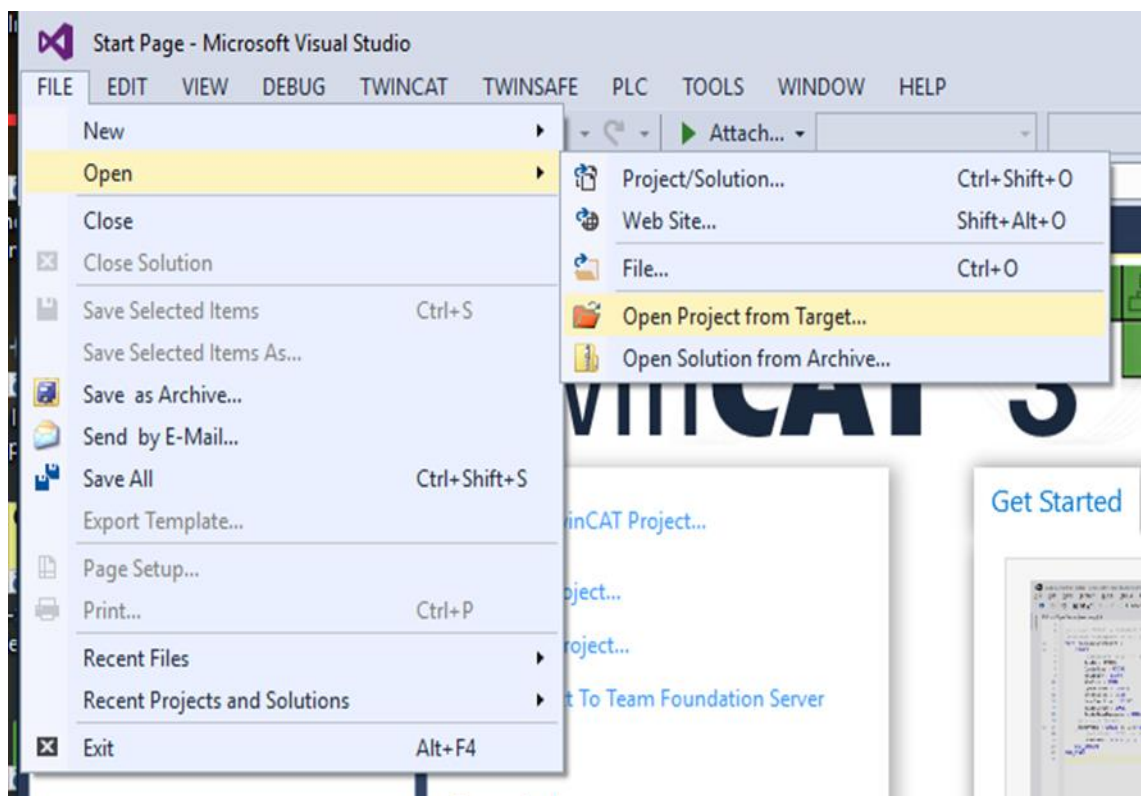
21. Hakala, Tero. 2019. Pilvipalvelut ja teollinen internet kunnossapidon toiminnassa. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
22. Beckhoff Automation. 2019. < <https://www.beckhoff.com/english.asp?twincat/tf3600.htm>> Luettu 31.10.2019
23. Beckhoff Automation. 2019. < <https://www.beckhoff.com/TF3600/>> Luettu 31.10.2019
24. AWS marketplace. <<https://aws.amazon.com/marketplace/pp/B00PUXWXNE>> Luettu 31.10.2019

Laboriotyön ohje

Beckhoff Condition Monitoring laboriotyö

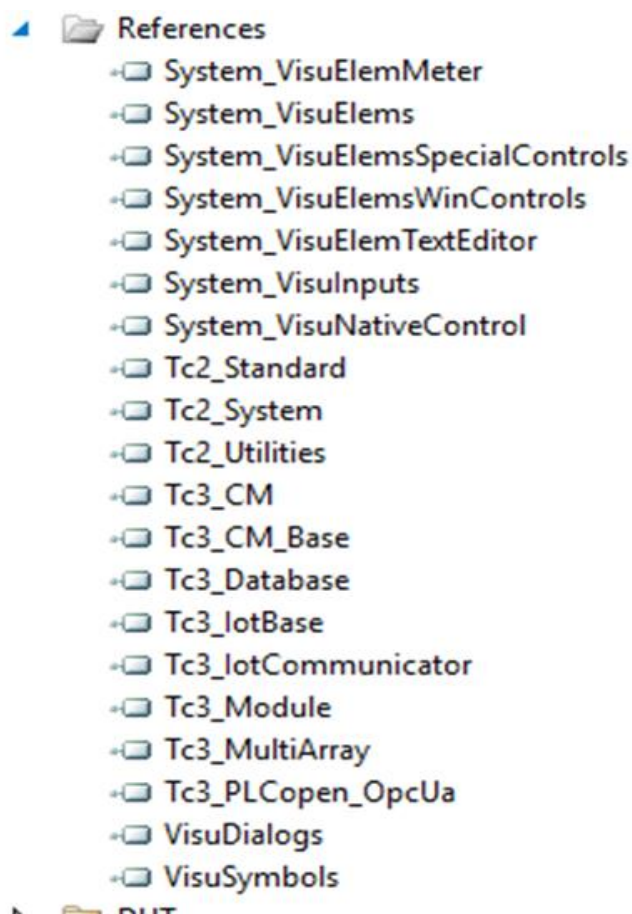
Työssä tehdään yksinkertainen kunnossapitoharjoitustyö, jossa kerätty ja käsitelty tieto lähetetään pilvipalvelulle.

1. PLC-ohjelma löytyy sulautetulta tietokoneelta valmiina. Sulautetun tietokoneen IP-osoite on 5.46.15.90.1.1 ja sen nimi on CX-2E0F5A. Ohjelma saadaan *Open Project from Target*, komennon alta (Kuva 1.).



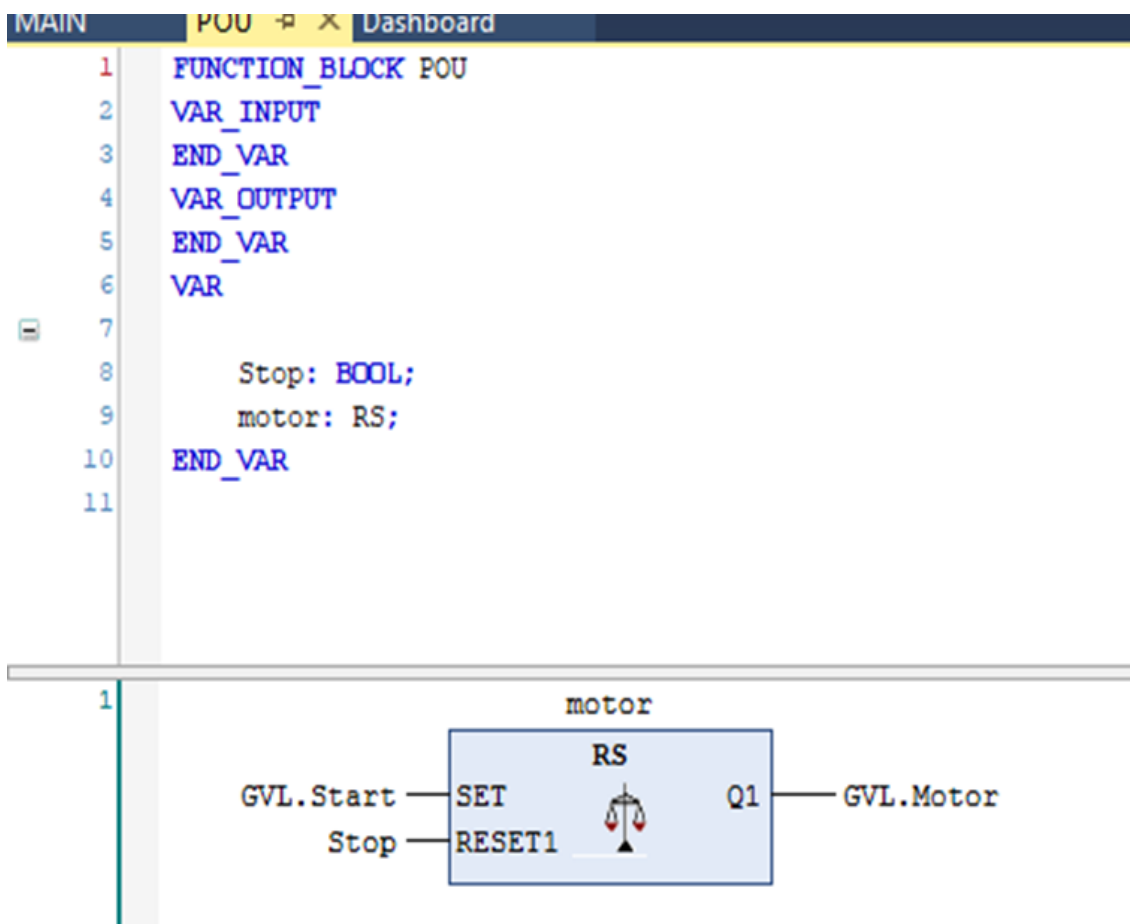
Kuva 1. Twincat aloitus sivu.

2. Seuraavaksi tarkistetaan, että Tc3 -kirjasto (Kuva 2.) löytyy Twincatista, muuten Condition Monitor ohjelma ei toimi. Jos ohjelmaa ei löydy, sen voi ladata ilmaiseksi Beckhoffin sivuilta (<https://www.beckhoff.com/TF3600/>). Latauksen yhteydessä pitää kirjautua vierailijaksi ja sen jälkeen latauslinkki tulee sähköpostiin.

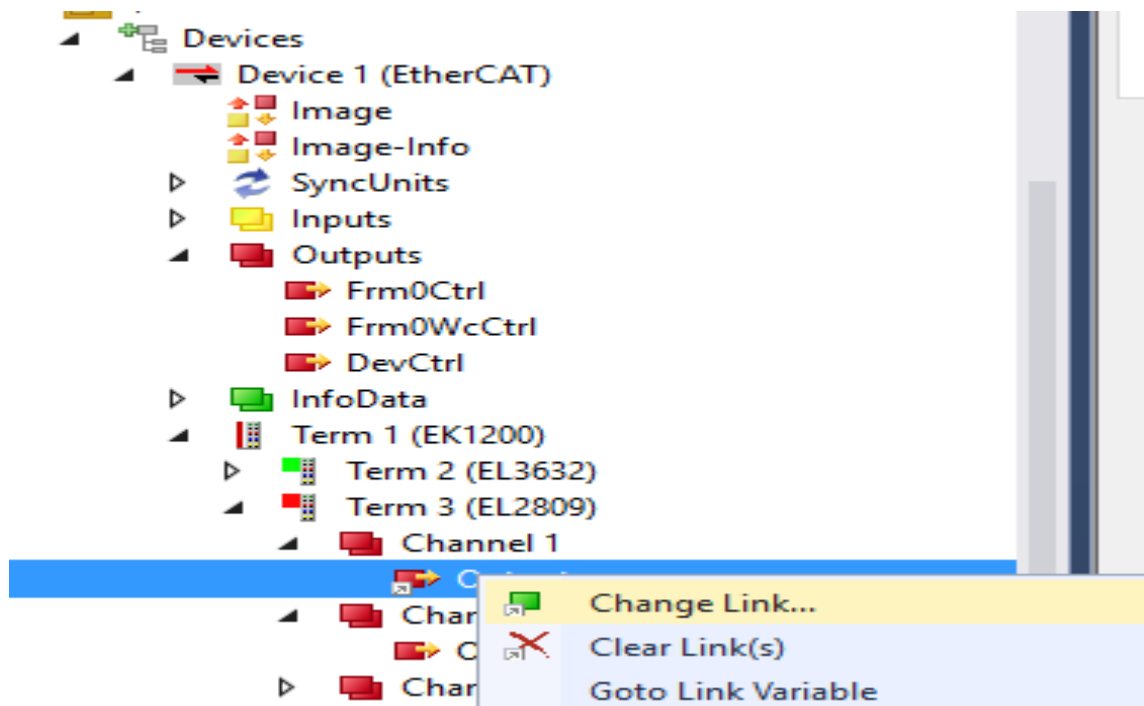


Kuva 2. PLC-ohjelmaan liitetyt kirjastot

3. Seuraavaksi luodaan uusi POU PLC-ohjelma, jonka avulla ohjataan sähkömoottoria. POU:n sisälle tehdään *Reset/Set* funktio blokki (kuva 3.). *Start*, *stop* ja moottori vakiot. Nämä vakiot ovat arvoiltaan BOOL. Sähkömoottorin plus-piuha kiinnitetään EL2809 terminaalin ulostuloon. PLC -ohjelman *Device* -kohdassa linkitetään moottori vakio EL2809 terminaali ulostuloon (kuva 4.).

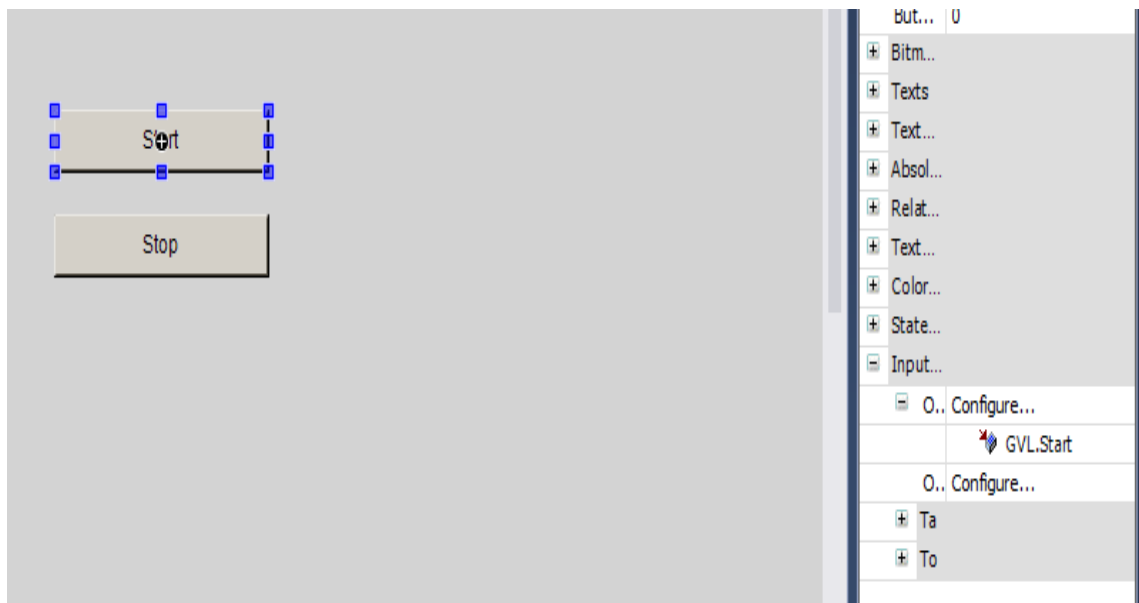


Kuva 3. Sähkömoottorin POU.



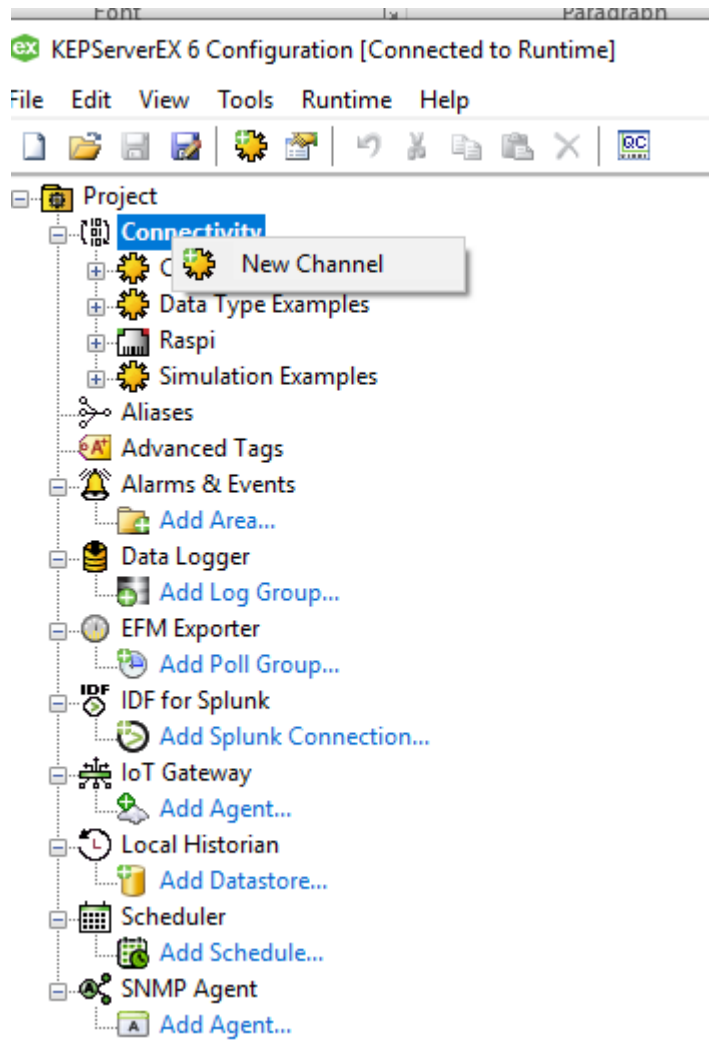
Kuva 4. Terminaalin ulostulon määrittely.

4. Luodaan *dashboardiin* *Start* ja *Stop* painikkeet. Painikkeiden asetuksista määritellään niiden sisääntulo. Tämän jälkeen voidaan siirtyä KepserverEX -ohjelman tekoon.

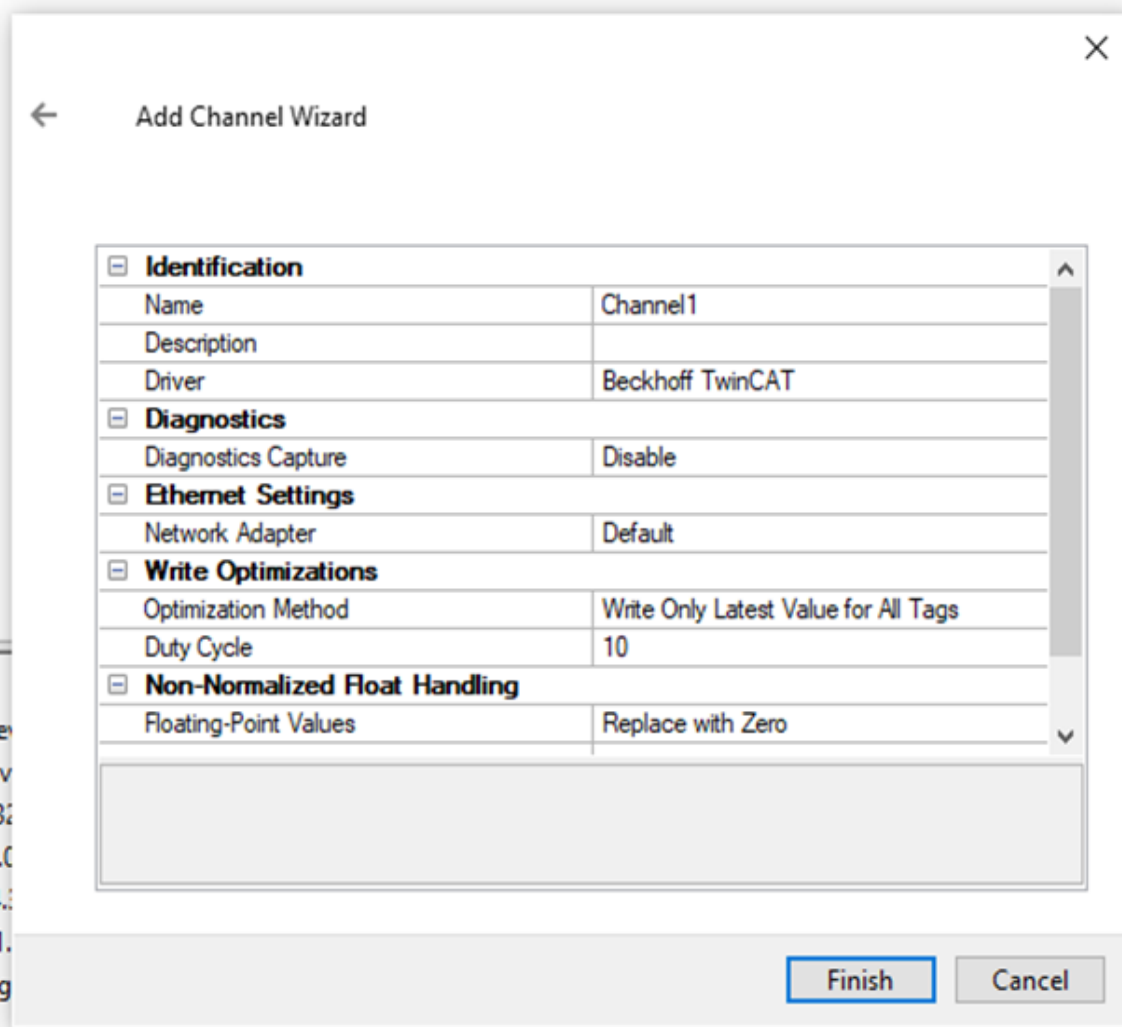


Kuva 5. Dashboard -painikkeiden sisääntulojen teko.

5. KepserverEx:ssä tehdään uusi kanava, jonka alle tehdään uusi laite. Kanavan laiteohjaimeksi valitaan Beckhoff Twincat. Tämän jälkeen kaikki muut asetukset voidaan jättää niin kuin ne ovat.



Kuva 6. KepServerEX:in aloitusnäkö ja kanavan luonti.



← Add Channel Wizard

Identification	
Name	Channel1
Description	
Driver	Beckhoff TwinCAT
Diagnostics	
Diagnostics Capture	Disable
Ethernet Settings	
Network Adapter	Default
Write Optimizations	
Optimization Method	Write Only Latest Value for All Tags
Duty Cycle	10
Non-Normalized Float Handling	
Floating-Point Values	Replace with Zero

Finish Cancel

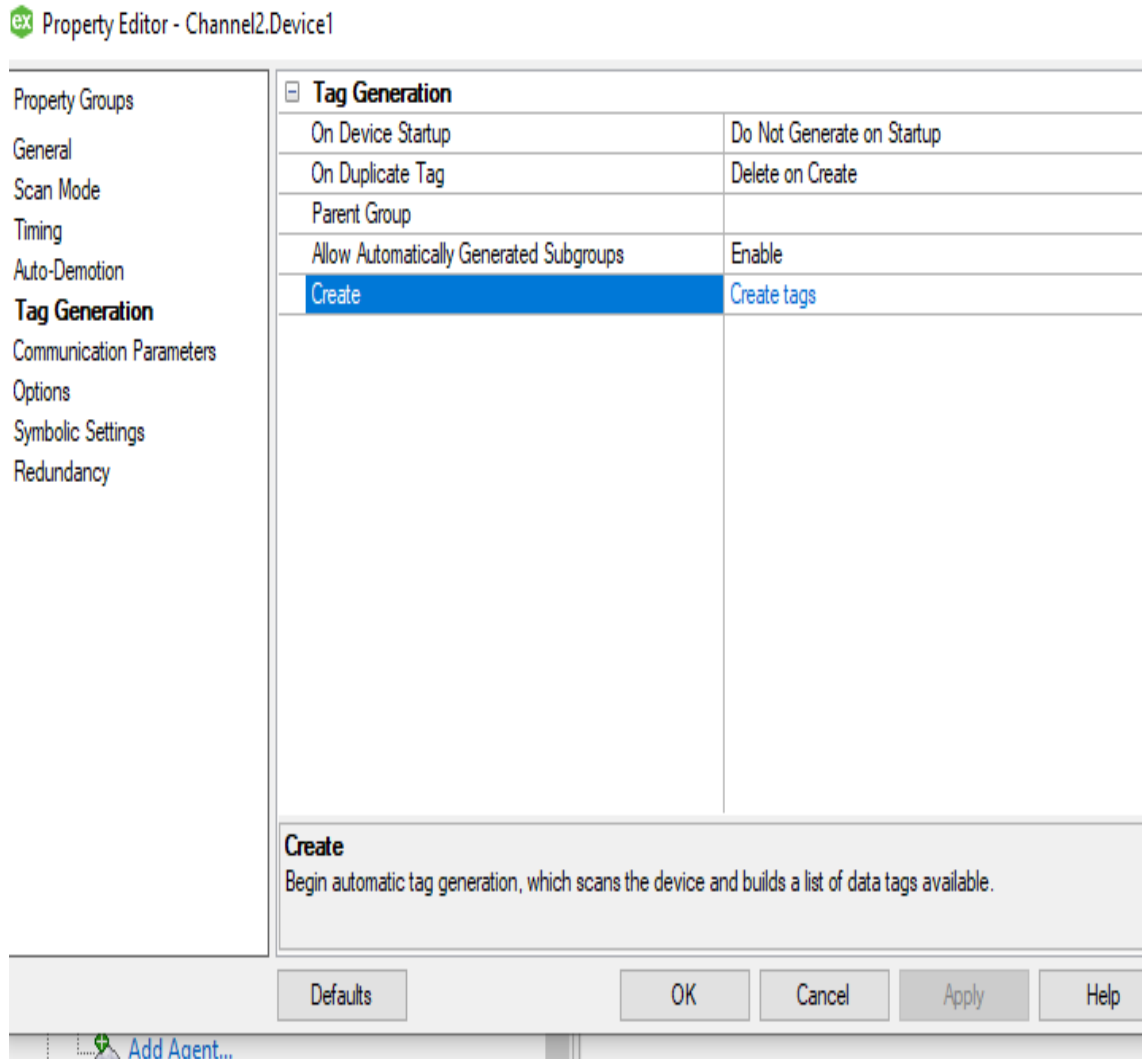
Kuva 7. KepserverEX kanavan luonnin asetuksien loppunäkymä.

6. Kanavan alle luodaan uusi laite, jonka laiteohjaimeksi valitaan Beckhoff Twin-cat. Seuraavaksi kysytään mallia, joka on Twincat PLC. ID -kohdassa täytyy kertoa laitteen IP-osoite. Tämän jälkeen kaikki asetukset voi jättää oletusarvoille, paitsi portti arvoa voi joutua muuttamaan 801 -portista 851 -porttiin. Yleensä Twincat 3 Runtime portti on 851.

Add Device Wizard	
Identification	
Name	Device1
Description	
Driver	Beckhoff TwinCAT
Model	TwinCAT PLC
Channel Assignment	PLC_OPARI
ID	5.46.15.90.1.1
Operating Mode	
Data Collection	Enable
Simulated	No
Scan Mode	
Scan Mode	Respect Client-Specified Scan Rate
Initial Updates from Cache	Disable
Communication Timeouts	
Request Timeout (ms)	2000
Retry Attempts	2
Auto-Demotion	
Demote on Failure	Disable
Tag Generation	
On Device Startup	Do Not Generate on Startup
On Duplicate Tag	Delete on Create
Parent Group	
Allow Automatically Generated Subgroups	Enable
Project Port	
Port Number	801
Project Options	
Default Type	Word
Import Method	
Import Source	Device
Symbol File	*.tpy
Auto-Synchronize File Changes	Disable
Import and Runtime Compatibility	
Respect OPC Read/Write Item Properties	Disable
Respect Tag Case On Import	Disable
Only Import Variables Marked For OPC	Disable
Additional Filter	
<div>Finish Cancel</div>	

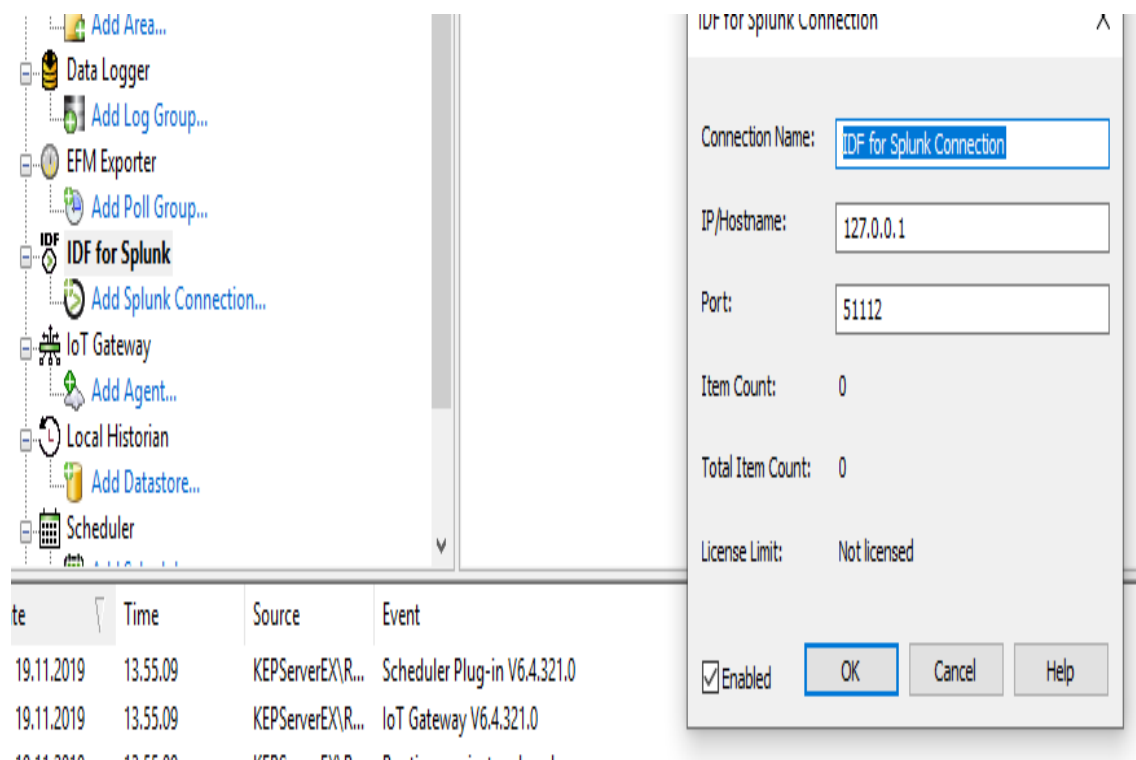
Kuva 8. KepserverEX laitteen luonnin asetusten loppunäkymä.

7. Tämän jälkeen mennään laitteen propertyyn ja kohdassa *Tag generation* luodaan *Create* kohdassa PLC-ohjelman muuttujat automaattiseksi.



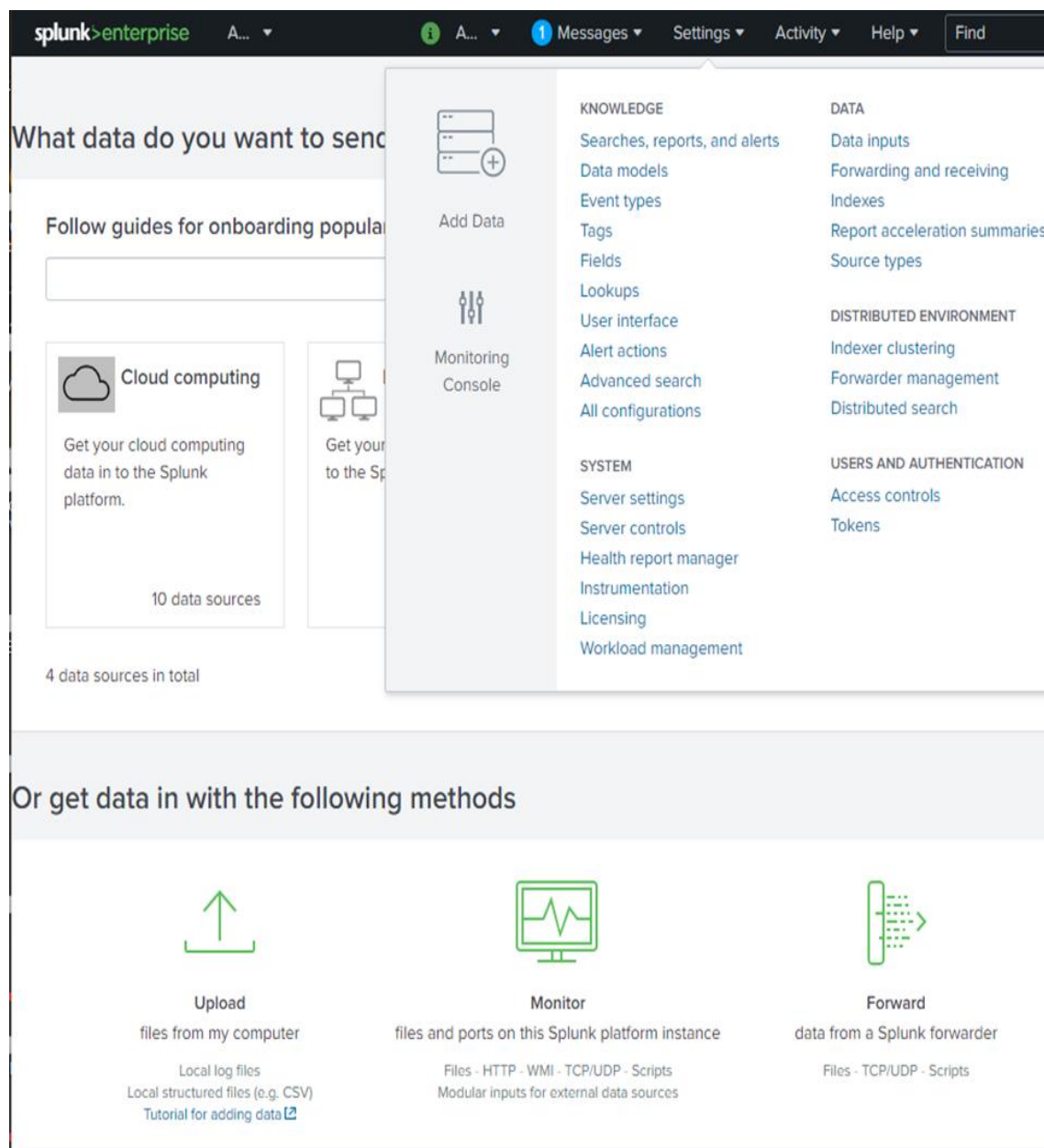
Kuva 9. KepserverEX -laitteen tunnisteen luonti.

8. Seuraavaksi luodaan yhteys *IDF for Splunk* -kohdan avulla pilvipalvelulle. IP-osoite on *local* eli 127.0.0.1 ja portin voi valita vapaasti.



Kuva 10. KepserverEX, yhteyden luonti Splunk Enterpriseeseen

9. Seuraava vaihe on luoda Splunk -tili ja ladata tiedosto, jotta selaimessa käytettävä pilvipalvelu toimii. Splunkin sivuilla (https://www.splunk.com/en_us/download/splunk-enterprise.html) on Free Splunk -kohta, siellä luodaan tili ja ladataan sovellus. Tämän jälkeen luodaan pilvipalvelulle tiedon keruu *ADD Data* -kohdasta.



Kuva 11. Splunk Enterprise, aloitusnäky ja tiedon haun luonti.

10. Tiedon keruussa käytetään TCP/UDP -protokollaa Tässä kerrotaan vain porttinumero mikä annettiin Kepserverissä. *Source* tyypiksi valitaan tehtävänantoa vastaava tai tehdään uusi, jonka nimeksi voidaan antaa Kepserver. Muut asetukset ovat oletusasetuksia. Tämän jälkeen pilvipalvelun pääsivulle ilmestyy yhteys, joka hakee PLC-ohjelman tietoja.

Local Event Logs Collect event logs from this machine.	<p>Configure this instance to listen on any TCP or UDP port to capture data sent over the network (such as syslog). Learn More</p> <div><div>TCP</div><div>UDP</div></div> <p>Port ? <input type="text"/> Example: 514</p> <p>Source name override ? <input type="text"/> optional host:port</p> <p>Only accept connection from ? <input type="text"/> optional example: 10.1.2.3, lbadhost.splunk.com, *.splunk.com</p>
Remote Event Logs Collect event logs from remote hosts. Note: this uses WMI and requires a domain account.	
Files & Directories Upload a file, index a local file, or monitor an entire directory.	
HTTP Event Collector Configure tokens that clients can use to send data over HTTP or HTTPS.	
TCP / UDP Configure the Splunk platform to listen on a network port.	

Kuva 12. Splunk Enterprise, tiedon haun luonti.